

INVENTION, INNOVATION UND WETTBEWERB

von
Diplom-Volkswirt Wilhelm Brandner
aus
Karlsbad

1973

INVENTION, INNOVATION

UND WETTBEWERB

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
(Dr. rer. pol.)
an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Diplom-Volkswirt Wilhelm Brandner

aus

Karlsbad



Referent: Prof. Dr. Manfred NEUMANN

Korreferent: Prof. Dr. Joachim KLAUS

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Juli 1973

INHALT

	Seite
Einführung	6
A. Die Produktion von neuem technischen Wissen	13
I. Produktionstheoretische Aspekte bei der Hervor- bringung neuen Wissens	13
1. Interpretation von F&E als Produktionsprozeß	13
2. Unternehmensgröße und Effizienz der F&E Tätigkeit	17
3. Bedingungen für das Entstehen einer Erfindungs- industrie	30
II. Quantitative und qualitative Aspekte der Verteilung von Ressourcen im F&E Bereich	35
1. Einführende Bemerkungen	35
2. Analyse der Projektauswahl eines E-Unternehmens bei gegebenem F&E Budget	37
2.1. Charakteristika des Entscheidungsprozesses	37
2.2. Formulierung einer Zielfunktion	42
2.2.1. Die Verwendung des Bernoulli-Prinzips als Entscheidungsprinzip	42
2.2.2. Spezifizierung der Zielfunktion mit Hilfe des (μ, σ) -Kriteriums	45
2.3. Formulierung eines Entscheidungsmodells	56
2.3.1. Grundsätzliche Überlegungen	56
2.3.2. Klassifizierung der F&E Projekte nach Ertrag und Risiko	58
2.3.3. Integration der Wettbewerbsintensität in die Zielfunktion	63
2.3.3.1. Beziehungen zwischen Umwelt und Entlastungsgrad	63
2.3.3.2. Entlastungsgrad und Risikoaversions- koeffizient	67

2.3.4. Mathematische Formulierung des Modells	69
2.3.4.1. Allgemeine Form	69
2.3.4.2. Modell mit drei Forschungsprojekten	74
2.4. Verteilung der Inventionstätigkeit auf verschiedene Industriezweige	83
3. Allokationsprobleme eines E/A-Unternehmens bei variablem F&E Budget	98
4. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Folgerungen	105
Exkurs: Die Realitätsbezogenheit der Prämissen des Entscheidungsmodells	107
B. Die Nachfrage nach neuem technischen Wissen	111
I. Übergang von Invention zu Innovation	111
II. Adoptions- und Diffusionsprozeß	115
1. Abgrenzung zwischen der Adoption und der Diffusion einer Invention	115
2. Analyse des Adoptionsprozesses einer Invention	118
2.1. Die Phasen des Adoptionsprozesses	118
2.2. Modell des Adoptionsprozesses	124
2.2.1. Modellansatz	124
2.2.2. Innovationsverhalten auf Märkten mit geringem Entlastungsgrad	131
2.2.3. Innovationsverhalten auf Märkten mit hohem Entlastungsgrad	148
2.3. Zusammenfassung über das Innovationsverhalten von A-Unternehmen auf verschiedenen Märkten	156
3. Analyse des Diffusionsprozesses einer Invention auf verschiedenen Märkten	158
3.1. Formen von Diffusionskurven	158
3.2. Modell des Diffusionsprozesses	168
3.3. Interpretation der Größen c_0 und c in bezug auf verschiedene Diffusionsprozesse	174

4. Zusammenfassung der Ergebnisse für den Adoptions- und den Diffusionsprozeß einer Invention	178
C. Die Preisbildung für das Gut "neues technisches Wissen"	181
I. Einführende Bemerkungen	181
II. Darstellung eines Preisbildungsmodells mit Hilfe spiel- theoretischer Überlegungen	188
1. Preisbildung auf Märkten mit hohem Entlastungsgrad in der A-Industrie (M_2 -Markt)	191
2. Preisbildung auf Märkten mit niedrigem Entlastungs- grad in der A-Industrie (M_1 -Markt)	207
3. Preisbildung auf dem Gesamtmarkt für neues Wissen	217
III. Die Zuteilung von Ressourcen in den F&E Bereich im Wettbewerbsgleichgewicht	229
Exkurs: Die besondere Stellung der Grundlagenforschung im Rahmen einer Konzeption der Trennung von E- und A-Industrie	235
IV. Die Ausgestaltung eines adäquaten Patentsystems bei einer Trennung von Produktion und Anwendung neuen Wissens	238
Zusammenfassung	249
Appendix A	255
Appendix B	259
Literaturverzeichnis	263
Abkürzungen	276

"We know so little about this enormously important matter, and we are so little able to systematize what knowledge we have, that we can profit from investigations of it from all angles."

J. McKie¹⁾

Einführung

Die Suche nach einer Theorie des technischen Fortschritts ist in den letzten Jahren in den Mittelpunkt der modernen Wachstumstheorie gerückt. Einen wichtigen Anstoß für diese Entwicklung gaben empirische Untersuchungen über den Beitrag verschiedener Produktionsfaktoren zur Erstellung des Produktionsergebnisses einer Volkswirtschaft. Es stellte sich heraus, daß die "traditionellen" Produktionsfaktoren, nämlich das (physische) Kapital und die Arbeit in ihrer quantitativen Bedeutung hinsichtlich ihres Produktionsbeitrags von einem "Restfaktor" bei weitem übertroffen wurden.²⁾ Die Restgröße wurde "technischer Fortschritt" oder treffender "measure of our ignorance"³⁾ genannt. Es lag nahe, zu versuchen, dem unbefriedigenden Zustand einer weitgehenden Unkenntnis über diese Restgröße abzuhelpen und neben die Analyse der Auswirkungen des technischen Fortschritts die Suche nach seinen Ur-

1) J. McKie, Comment to Schmookler and Brownlee, AER, P&P, 1962, S. 189.

2) Besonders zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang die Arbeit von R. M. Solow, Technical Change and the Aggregate Production Function, Review of Economics and Statistics, Vol. XXXIX, 1957, S. 312 ff. Die Ergebnisse Solow's wurden in späteren Arbeiten ihrer Tendenz nach bestätigt. Vgl. z. B. E. F. Denison, The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us, New York, 1962, S. 271 f und W. G. Hoffmann, Das Wachstum der deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts, Berlin, 1965, S. 25 ff.

3) M. Abramovitz, Resource and Output Trends in the United States since 1870, AER, P&P, Vol. IVL, 1956, S. 11.

sachen treten zu lassen. Damit wurde die Vorstellung des autonomen technischen Fortschritts zugunsten einer Auffassung aufgegeben, die davon ausgeht, daß das Ausmaß des technischen Fortschritts innerhalb einer Gesellschaft in gewissen Grenzen beeinflussbar sei.

Die Vermutung, die Höhe des technischen Fortschritts könne aktiv beeinflusst werden, bildete den Ansatzpunkt zahlreicher Versuche, ihn in funktionaler Abhängigkeit von verschiedenen ökonomischen Variablen und damit als endogen bestimmbare Größe zu sehen. Man kann in diesem Zusammenhang zwei Hauptrichtungen der Forschung unterscheiden.

Die eine Richtung, die eng mit den Namen von Kaldor¹⁾ und Arrow²⁾ verbunden ist, basiert auf der Vorstellung, es vollziehe sich bei der Produktion materieller Güter ein Lernprozeß in der Handhabung des angewandten Wissens, der zu Produktivitätssteigerungen der eingesetzten Produktionsfaktoren führt. In enger Verbindung mit dem Lernprozeß steht die Höhe der kumulierten Bruttoinvestitionen innerhalb einer Volkswirtschaft, denn sie bildet den einzig möglichen Weg zur Übertragung von Produktivitätssteigerungen (Kaldor) bzw. den Bestand an ökonomischer Erfahrung (Arrow). Beiden Ansätzen ist gemeinsam, daß die Wahrscheinlichkeit für das "Auftauchen" neuen Wissens nach wie vor exogen bestimmt ist. Unter dem zuletzt genannten Aspekt stellt die andere Richtung, die sich mit der erwähnten Wahrscheinlichkeit für das "Auftauchen" von neuem Wissen auseinandersetzt eine Ergänzung der Gedankengänge von Kaldor und Arrow dar. Methodisch liegt ihr indes ein grundsätzlich anderer Ausgangspunkt zugrunde. Die Hervorbringung von neuem Wissen wird nun als ein Produktionsprozeß be-

1) Vgl. N. Kaldor, A Model of Economic Growth, Economic Journal, Vol. LXVII, 1957 und N. Kaldor and J.A. Mirrlees, A New Model of Economic Growth, Review of Economics and Statistics, Vol. XXIX, 1962.

2) Vgl. K. J. Arrow, The Economic Implications of Learning by Doing, Review of Economic Studies, Vol. XXIX, 1962.

trachtet, der ähnlichen Gesetzen unterliegt wie der Produktionsprozeß materieller Güter. Die Hauptvertreter dieser Forschungsrichtung sind Uzawa¹⁾, Phelps²⁾ und Shell³⁾. Als Gemeinsamkeit weisen die Arbeiten der drei Autoren den grundlegenden Gedanken auf, daß die Produktion neuen technischen Wissens (d. h. die Anzahl der "neuen Ideen") gesteigert werden kann, wenn zusätzliche Ressourcen an Arbeit und Kapital in den Bereich Forschung und Entwicklung (F&E) fließen. Damit wird die Höhe des technischen Fortschritts in Abhängigkeit von der Höhe der für seine Hervorbringung eingesetzten Ressourcen gesehen. Als Konsequenz der unterschiedlichen Annahmen von Uzawa, Phelps und Shell über die Art dieser funktionalen Beziehung, ergeben sich unterschiedliche Auswirkungen einer Erhöhung der eingesetzten Ressourcen auf die Höhe des produzierten technischen Wissens und damit auf die Wachstumsraten des Sozialprodukts.⁴⁾

Die in den Ansätzen von Uzawa, Phelps und Shell vertretene Interpretation der Hervorbringung von neuem Wissen als Produktionsprozeß und die mit ihr verbundene Einstufung des neuen Wissens als immaterielles Kapitalgut, bildet eine der wesentlichen Grundlagen der vorliegenden Arbeit. Dies impliziert die Auffassung des "methodologischen Rationalismus"⁵⁾ als Ausgangspunkt der folgenden Analyse. Die Produktion von neuem Wissen "charakterisiert sich damit als "Arbeits"-Prozeß von rational prinzipiell einsehbarer und willensmäßig erzeugbarer Struktur, der äußeren Pla-

-
- 1) Vgl. H. Uzawa, Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, IER, Vol. VI, 1965.
 - 2) Vgl. E. Phelps, Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research, Review of Economic Studies, Vol. XXXIII, 1966.
 - 3) Vgl. K. Shell, A Model of Inventive Activity and the Theory of Optimum Growth. In: K. Shell (ed.), Essays on the Theory of Optimal Economic Growth, M. I. T. Press, Cambridge, Mass., 1967.
 - 4) Vgl. dazu auch C. C. v. Weizäcker, Forschungsinvestitionen und makroökonomische Modelle - Ein wirtschaftstheoretisches Dilemma? Kyklos, Vol. XXII, 1969, S. 459 ff.
 - 5) Vgl. zum Begriff des "methodologischen Rationalismus" H. Klages, Rationalität und Spontaneität. Innovationswege der modernen Großforschung. Gütersloh, 1967, S. 30 ff.

nungs-, Steuerungs- und Kontrollmanipulationen und Effizienz-
erwartungen prinzipiell zugänglich ist, der somit auch in ratio-
nal angelegte Handlungszusammenhänge beliebiger Art integrier-
bar ist."¹⁾ Im Gegensatz dazu steht der "methodologische Irra-
tionalismus", der eine Schöpfungs-Auffassung der Forschung be-
zeichnet, deren Kriterien Zufall, plötzlicher Einfall, "erlösen-
der Gedanke" etc. sind. Obwohl sie in den F&E Prozeß mit hin-
einspielen, werden diese Kriterien in den folgenden Ausführun-
gen größtenteils vernachlässigt.

Innerhalb des aufgezeigten Bezugsrahmens sollen die oben ange-
deuteten Ansätze zur "Endogenisierung" des technischen Fort-
schritts insofern erweitert werden, als nach den Motiven gefragt
wird, weshalb Ressourcen in den F&E Bereich geleitet und wie
sie auf einzelne F&E Projekte verteilt werden.

Eine mögliche Antwort auf diese Frage kann nur durch die Ana-
lyse des Entscheidungsprozesses der Träger von F&E gefunden
werden. Hier interessiert vor allem der Entscheidungsprozeß
privater Unternehmen, da bei staatlichen Instanzen als dem zwei-
ten wichtigen Träger von F&E zum Teil andere als ökonomische
Faktoren in den Entscheidungskalkül mit einbezogen werden.²⁾

Untersucht man die Frage nach den Motiven von F&E auf der
Ebene von Unternehmen, so ist in deren Entscheidungskalkül
nicht nur die Produktion von neuem Wissen, sondern auch dessen
Anwendung mit einzubeziehen, denn sie bestimmt, ob ein poten-
tielles Projekt in Angriff genommen werden soll oder nicht. Aus
der Verknüpfung von Produktion und Anwendung von neuem Wissen,
ergibt sich die im folgenden verwendete Definition des technischen

1) H. Klages, (1967), aaO. S. 27.

2) Dies heißt nicht, daß die Rolle des Staates in ihrer Wichtigkeit
für das gesamte F&E Budget eines Landes verkannt wird. Die
staatlichen F&E Maßnahmen sollen indes nur als Ergänzung der
privaten Anstrengungen verstanden werden.

Fortschritts. Er verkörpert demnach die Zunahme des Angebots und der Anwendung von neuem Wissen.¹⁾

Die Berücksichtigung potentieller Anwendungsmöglichkeiten für neues Wissen führt zur Nachfrage auf den verschiedenen Märkten als Hauptdeterminante der F&E Tätigkeit eines Unternehmens. Auf den Zusammenhang zwischen Nachfrageentwicklung und F&E Tätigkeit hat vor allem Schmookler hingewiesen. Nach der von ihm aufgestellten und empirisch überprüften "demand-pull" Theorie wird die Inventionstätigkeit privater Unternehmen hauptsächlich von der Nachfrageentwicklung und den mit ihr verbundenen Gewinnerwartungen auf verschiedenen Märkten gesteuert.²⁾ In Ergänzung zur "demand-pull" Theorie kann zur Erklärung der Inventionstätigkeit die "technology-push" Theorie herangezogen werden. Diese Theorie behauptet, daß die Produktion von Inventionen durch deren (voraussichtlichen) Kosten und somit letztlich vom Bestand an Wissen auf einem bestimmten Gebiet abhängig ist.³⁾⁴⁾

1) Damit folgen wir einer Definition von M. Neumann, Wachstumsorientierte Wettbewerbspolitik, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, NF, Bd. 55, 1970, S. 236.

2) Vgl. J. Schmookler, Invention and Economic Growth, Cambridge, Mass., 1966 und J. Schmookler, Patents, Invention, and Economic Change, Z. Griliches and L. Hurwicz (eds.), Cambridge, Mass., 1972.

3) Vgl. zur "technology-push" Theorie z.B. F. M. Scherer, Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions, AER, Vol. LV, 1965, S. 1099 ff und E. Kaufer, Die Ökonomie von Forschung und Entwicklung. In: Wettbewerb als Aufgabe. Nach zehn Jahren Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen, E. J. Mestmäcker (Hrsg.), Bad Homburg, 1968, S. 404.

4) Die "technology-push" Hypothese wird im Gegensatz zur "demand-pull" Hypothese in den weiteren Ausführungen nur am Rande in die Analyse einbezogen. Die Gründe hierfür sind:

1) Die "demand-pull" Hypothese kommt unserer Auffassung von F&E als Produktionsprozeß weit besser entgegen.

2) Die in der "technology-push" Hypothese genannten Determinanten für eine Vergrößerung des Wissensstandes sind einer ökonomischen Analyse nur schwer zugänglich.

Damit folgen wir der Ansicht von Schmookler, daß der Bestand an Wissen zwar eine notwendige, nicht jedoch eine hinreichende Bedingung für die Vermehrung des technischen Wissens sei. Vgl. J. Schmookler (1966) aaO., S. 68.

Aus den bisherigen Ausführungen lassen sich die beiden grundlegenden Bezugspunkte der vorliegenden Arbeit ableiten:

- 1) Die Gewinnung von F&E Ergebnissen wird als Produktionsprozeß interpretiert, der ähnlichen Gesetzen unterliegt, wie sie bei der Produktion beliebiger Güter auftreten.
- 2) Der technische Fortschritt wird von der Endnachfrage auf den verschiedenen Märkten beeinflusst ("demand-pull" Hypothese).

Den umfassenden Rahmen für die Analyse der angesprochenen Probleme bildet die Erörterung der Frage, ob die heute allgemein anzutreffende Koinzidenz von Erfindung und deren Anwendung in denselben Unternehmen einer zwingenden Notwendigkeit untersteht oder ob es ökonomisch sinnvoller ist, die Produktion und die Anwendung neuen Wissens organisatorisch zu trennen. Ausdruck einer derartigen vollständigen Trennung wären die Existenz einer "Erfindungs- oder Wissenschaftsindustrie"¹⁾ und einer "Anwendungsindustrie". Die Beantwortung dieser Frage kann nur unter folgendem Aspekt erfolgen: Ist der technische Fortschritt (definiert als Zunahme des Angebots und der Anwendung von neuem Wissen) in dem heute vorherrschenden System höher als in dem genannten Alternativsystem? Die damit verbundenen Probleme sind in engem Zusammenhang mit der Schaffung einer möglichst günstigen Umgebung für die "Wahrscheinlichkeit der Aktualisierung"²⁾ potentieller Erfindungen zu sehen. Die vorlie-

1) Vgl. zum Begriff der "Erfindungsindustrie" z. B. S. H. Slichter, Technological Research as Related to the Growth and Stability of the Economy. In: Proceedings of a Conference on Research and Development and its Impact on the Economy, National Science Foundation, US Government Printing Office, Washington, D. C., 1958, S. 109. Slichter spricht dort von einer "industry of discovery". Der deutsche Ausdruck "Erfindungsindustrie" findet sich bei M. Neumann, Die Erfindungsindustrie - eine Alternative zum Schumpeterschen Innovationsmodell, Jahrbuch für Sozialwissenschaften, 1969, Heft 3, S. 310 ff.

2) Vgl. B. Fritsch, Forschung, Innovation und technischer Fortschritt als Gegenstand ökonomischer Analyse, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. 124, 1968, S. 231.

gende Arbeit gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil wird die Produktion von neuem technischen Wissen behandelt. Der Tatsache, daß die Entscheidung über die Zuführung von Ressourcen in den F&E Bereich unter Ungewißheit zu fällen ist, wird durch die Verwendung des Bernoulli-Prinzips als Entscheidungsprinzip Rechnung getragen. Mit Hilfe von Überlegungen aus der Portfolio-Theorie werden mögliche Richtungen der F&E Tätigkeit aufgezeigt. Bei der Ableitung "optimaler" Projekt-Portefeuilles mit Hilfe des Bernoulli-Prinzips ist zu beachten, daß deren "Optimalität" alleine vom Risikoverhalten (und damit von der Form der Nutzenfunktion) des Entscheidungsträgers abhängig ist. Um zu Aussagen über das Risikoverhalten von Unternehmen zu gelangen, wird als zusätzliche Variable die Wettbewerbsintensität auf den einzelnen Märkten analysiert. Es wird sich zeigen, daß sie einen bedeutenden Einfluß auf die Art des Angebots an neuem Wissen ausübt.

Im Gegensatz zu den Ausführungen des ersten Teils, deren Ziel es ist, das mögliche Angebot an neuem Wissen zu untersuchen, stehen im zweiten Teil Überlegungen über die Nachfrage nach diesem Gut im Vordergrund. Auch bei der Nachfrage nach neuem Wissen kommt den Wettbewerbsverhältnissen in deren Rahmen die einzelnen Unternehmen agieren, eine wesentliche Rolle zu. Dies zeigt sich sowohl bei der Diskussion einer Innovations- als auch bei der einer Imitationsfunktion. Erstere dient zur Beschreibung des Adoptions-, letztere zur Analyse des Diffusionsprozesses einer Invention.

Auf der Basis der Aussagen über Angebot und Nachfrage nach neuem Wissen, wird im dritten Teil der Arbeit das Problem der Preisbildung für das Gut "neues Wissen" behandelt. Die Beschreibung des Preisbildungsprozesses stützt sich auf Ergebnisse der Spieltheorie.

A. Die Produktion von neuem technischen Wissen

I. Produktionstheoretische Aspekte bei der Hervorbringung neuen Wissens

1. Interpretation von F&E als Produktionsprozeß

Es wurde bereits erwähnt, daß in den folgenden Ausführungen von der Auffassung des methodologischen Rationalismus auf dem Gebiet von F&E ausgegangen wird. Für den F&E Prozeß wird deshalb eine quantitative Beziehung zwischen In- und Output unterstellt, die beeinflussbar sein soll. Dies impliziert die Annahme einer Produktionsfunktion für Inventionen. Das heißt, das Suchen nach neuen Erkenntnissen im Rahmen der F&E Tätigkeit wird als "Produktion von neuem Wissen" bezeichnet. Die hier vertretene Auffassung bedarf einer näheren Erläuterung.

Trifft ein Unternehmen die Entscheidung auf dem Gebiet von F&E tätig zu werden, so verzichtet es durch die Bereitstellung von Ressourcen an Arbeit und Kapital¹⁾ auf deren alternative Verwendung in anderen möglichen Bereichen. Aus dem Einsatz der Ressourcen erwartet sich das Unternehmen ökonomisch verwertbare Ergebnisse in Form von Inventionen. Spricht man von der Erwartung positiver Ergebnisse, so beinhaltet dies die Annahme, daß es für ein Unternehmen grundsätzlich möglich ist, das Forschungsziel abzustecken und den Weg, der zu dem anvisierten Ziel führen soll, technisch und ökonomisch abzuschätzen. Die dabei angewandte Vorgehensweise wurde in den vergangenen Jahrzehnten auf vielen Gebieten immer mehr zu einem systematischen und mechani-

1) Betrachtet man die Kosten für die Produktion von neuem Wissen, so waren z. B. im Jahre 1958 in der amerikanischen Industrie 53 % der Ausgaben Personalkosten. Die restlichen 47 % setzten sich aus Kosten für Material (18 %), Abschreibung (5 %) und andere Kosten (24 %) zusammen. Vgl. N. E. Terleckyi, Research and Development: Its Growth and Composition, New York, 1963, S. 73 ff (besonders Tabelle 31, S. 77).

schen Vorgang entwickelt, so daß heute von "organisierter Forschung"¹⁾ gesprochen wird.²⁾

Hält man sich den beschriebenen Vorgang vor Augen, nämlich die Bereitstellung von Ressourcen durch ein Unternehmen zur Gewinnung von neuem Wissen, das den Charakter eines ökonomischen Gutes hat und Gegenstand von Marktbeziehungen sein kann,³⁾ so ist es möglich, parallel zum Produktionsprozeß materieller Güter von der Herstellung immaterieller Güter in Form von neuem technischen Wissen zu sprechen. Die Beziehung zwischen Input und möglichem Output ist in beiden Fällen mit Unsicherheiten behaftet, die im allgemeinen bei der Produktion neuen Wissens größer sind, als bei der bekannter Güter mit Hilfe bekannter Produktionsverfahren.⁴⁾

Der Analogieschluß von der Produktion materieller Güter auf die Produktion immaterieller Güter führt zur Definition des Inventionsprozesses als der Produktion von neuem technischen Wissen. Diese Definition ist weitaus enger gefaßt als beispielsweise diejenige von Machlup. Er versteht unter der Produktion von neuem Wissen alle F&E Aktivitäten, die die Effizienz der Wirtschaft erhöhen,⁵⁾ so daß die Annahme und auch die Anwendung einer Invention unter diesem Begriff subsumiert werden. Dem ist insofern

1) Vgl. z. B. W. Leontief, Das wirtschaftliche Problem der organisierten Forschung, Hamburger Jahrbuch, 1961, S. 74.

2) So ist Whitehead der Meinung, daß "the greatest in invention of the nineteenth century was the invention of the method of invention," A. N. Whitehead, Science and the Modern World, London, 1925, S. 10.

3) Vgl. dazu S. 181 ff dieser Arbeit.

4) Die quantitative Erfassung der Relation zwischen Input und Output in F&E gestaltet sich äußerst schwierig, da beide Größen sehr heterogen zusammengesetzt sind. Vgl. dazu F. Machlup, The Supply of Inventors and Inventions, In: The Rate and Direction of Inventive Activity. Economic and Social Factors, NBER (ed.), Princeton, 1962, S. 143 ff.

5) Vgl. F. Machlup, The Production and Distribution of Knowledge in the United States, Princeton, 1962, S. 35.

zuzustimmen, als auch im Rahmen der Anwendung von neuem Wissen durch Unternehmen neue Erkenntnisse gewonnen werden. Außerdem wird in der Definition Machlup's dem Umstande Rechnung getragen, daß in der Realität die beiden Vorgänge der Produktion und der Anwendung neuen Wissens nur sehr schwer voneinander zu trennen sind.¹⁾ Technischer Fortschritt ist demnach bei Machlup mit der Produktion neuen Wissens gleichzusetzen. Für die folgenden Ausführungen ist es indes sinnvoll, die Produktion und die Anwendung neuen Wissens klar auseinanderzuhalten, um sie einer theoretischen Analyse besser zugänglich zu machen. Aus diesem Grunde definieren wir die Produktion von neuem Wissen als Inventions- und dessen Anwendung als Innovationsprozeß.²⁾ Der Begriff den "technischen Fortschritts" umfaßt dann, wie bereits weiter oben erwähnt, die Zunahme des Angebots und der Anwendung von neuem Wissen.

Akzeptiert man die Auffassung, die F&E Tätigkeit eines Unternehmens sei ein Produktionsprozeß, der vergleichbar ist mit dem Produktionsprozeß bei materiellen Gütern, so stellt die Investition in F&E eine Investitionsentscheidung dar, die ein Unternehmen zu treffen hat. Dies hat zur Folge, daß sowohl die Entscheidung, auf dem Gebiet von F&E tätig zu werden als auch die Auswahl der in Angriff zu nehmenden F&E Projekte rational in Verfolgung noch näher zu spezifizierender Zielvorstellungen zu fällen ist.

Bei der Produktion von Wissen können nun, wie bei jedem anderen Produktionsprozeß Größeneffekte auftreten, die sich als economies- oder diseconomies of scale äußern. Im Falle zunehmen-

1) Vgl. dazu auch S.111 dieser Arbeit.

2) Im allgemeinen wird nur die erste ökonomische Anwendung einer Invention als Innovation bezeichnet; jede weitere Anwendung dagegen als Imitation. Vgl. hierzu S.111 dieser Arbeit.

der Skalenerträge bei der Durchführung von F&E Projekten ist es sinnvoll, die Produktionskapazitäten der Laboratorien auszuweiten, um deren größere ökonomische Effizienz ausnützen zu können. Dies wird aber in einem Unternehmen, das die Produktion von Wissen und dessen Anwendung in sich vereinigt im allgemeinen nur dann möglich sein, wenn auch die Unternehmensgröße, gemessen an den Umsätzen oder der Zahl der Beschäftigten entsprechend zunimmt. Eine Konsequenz dieser Entwicklung sind Großunternehmen mit Großlaboratorien und die Forderung nach derartigen Unternehmen als notwendige Bedingung für den technischen Fortschritt bestünde zurecht.¹⁾²⁾

Im Gegensatz zu der beschriebenen Entwicklung ist es aber auch denkbar, daß mit steigender Unternehmens- und damit Laborgröße, sinkende Skalenerträge auftreten, die zu steigenden Kosten für die unternommenen F&E Projekte führen. Es kann dann aus Kostengründen für ein Unternehmen durchaus sinnvoll werden, bestimmte F&E Aktivitäten einzustellen und das neue Wissen "von außen" zu erwerben, sofern es im Vergleich zur Eigenproduktion kostengünstiger angeboten wird. Das Angebot von neuem Wissen erfolge in diesem Fall durch eine selbständige, der Anwendungsindustrie vorgelagerten Erfindungsindustrie, die sich durch vertikale Desintegration aus der Anwendungsindustrie herausgelöst habe.³⁾

-
- 1) Vgl. hierzu etwa J. A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, 1942; A. D. H. Kaplan, *Big Enterprise in a Competitive System*, Washington, D. C., 1954; J. K. Galbraith, *American Capitalism. The Concept of Countervailing Power*, Boston, 1956 und E. Kantzenbach, *Die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs*, 2. Auflage, Göttingen, 1967.
 - 2) Auch das Argument, daß Großunternehmen relativ hohe Marktanteile auf den einzelnen Produktmärkten besitzen und deshalb am besten in der Lage seien, hohe Erträge aus erfolgreichen F&E Projekten zu ziehen, ist in diesem Falle zutreffend. Damit werden hohe Marktanteile als Bedingung für die Erzielung der den hohen Kosten bestimmter F&E Projekte entsprechenden Erträge angesehen. Im Laufe der weiteren Ausführungen wird sich zeigen, daß Großunternehmen keine unabdingbare Voraussetzung zur Internalisierung der als notwendig erachteten Erträge darstellen. Vgl. hierzu S.235 f dieser Arbeit.
 - 3) Parallel zu einem derartigen Desintegrationsprozeß wird es auch zur Neugründung von Unternehmen kommen, deren Tätigkeit sich auf die Produktion von neuem Wissen konzentriert.

Um zu Aussagen über die Relevanz der dargelegten theoretischen Möglichkeiten zu gelangen, werden in den beiden folgenden Abschnitten die empirische Bedeutung von Größeneffekten bei der Produktion von Inventionen und die Voraussetzungen für die Bildung einer Erfindungsindustrie geprüft.

2. Unternehmensgröße und Effizienz der F&E Tätigkeit

Der angesprochene mögliche Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Effizienz von F&E Aufwendungen unterstellt, daß große Unternehmen gemessen am Einsatz von technischen und finanziellen Mitteln große Laboratorien und kleine Unternehmen kleine Laboratorien unterhalten. Der gleiche Sachverhalt läßt sich mit Hilfe einer Meßzahl, der "Forschungsintensität"¹⁾ ausdrücken. Bleibt die Forschungsintensität mit zunehmender Unternehmensgröße gleich, so entspricht dies obiger Unterstellung; nimmt sie zu, so nimmt die Größe der Laboratorien überproportional zu und umgekehrt. Zu beachten ist dabei, daß z. B. eine Zunahme der Forschungsintensität mit steigender Unternehmensgröße nichts über die Entwicklung der Effizienz der F&E Ausgaben aussagt. So kann beispielsweise eine geringere Forschungsintensität relativ kleiner Unternehmen durch eine höhere Produktivität der eingesetzten Mittel in bezug auf die F&E

1) Als "Forschungsintensität" wird z. B. die Relation Zahl der im F&E Bereich Beschäftigten oder die Gesamtaufwendungen zur Größe des Umsatzes oder der Wertschöpfung eines Unternehmens bezeichnet. Im allgemeinen zieht man die Relation Zahl des Forschungspersonals zur Höhe des Umsatzes als Maßzahl heran, obwohl die Höhe der Wertschöpfung eines Unternehmens aufgrund der Ausschaltung von Fremdbezügen und der Konzentration auf die Produktion der betrachteten Periode als Bezugzahl aussagekräftiger wäre. Die Zahlen über Umsätze sind jedoch statistisch wesentlich leichter greifbar als diejenigen über die Wertschöpfung in verschiedenen Unternehmen oder Industriezweigen.

Ergebnisse im Vergleich mit relativ großen Unternehmen kompensiert oder sogar überkompensiert werden. Die Kernfrage dieses Abschnitts lautet deshalb: Treten mit wachsender Größe der Laboratorien Größeneffekte in Form von economies oder diseconomies of scale auf?

Bevor auf die zu diesem Problemkreis vorliegenden empirischen Untersuchungen eingegangen wird, seien noch einige Schwierigkeiten hinsichtlich der Messung des F&E Input und Output untersucht. Da beide Größen infolge ihrer Heterogenität nicht direkt meßbar sind, bedient man sich verschiedener Hilfswerte. Als Maß für den Input bei der Produktion neuen Wissens werden die Kosten der hierfür eingesetzten Ressourcen herangezogen. Sie umfassen vor allem Ausgaben für Personal und Material. Da in der Regel die Preise für diese beiden hauptsächlichen Produktionsfaktoren im F&E Bereich im Zeitablauf nicht konstant bleiben, taucht das Problem von Faktorpreisänderungen auf. Um die reale Veränderung des Einsatzes von Produktionsfaktoren im F&E Bereich messen zu können, müßten die entsprechenden Aufwendungen mit einem brauchbaren Preisindex für F&E Ausgaben deflationiert werden. Ein derartiger Preisindex wurde jedoch noch nicht berechnet. Als Hilfsgrößen für die Messung des Output kommen die Umsätze mit neuen Produkten, die Anzahl wesentlicher Erfindungen oder die Zahl der einem Unternehmen erteilten Patente in Frage. Die erste der genannten Möglichkeiten ist bei einheitlicher Definition des Begriffs "neues Produkt" und bei klarer Abgrenzung der Umsätze mit diesem neuen Produkt die wohl aussagekräftigste Maßeinheit für die Effizienz der F&E Tätigkeit verschiedener Laboratorien. Da derartige Voraussetzungen jedoch in der Regel nicht gegeben, bzw. die entsprechenden Zahlen nicht zu erhalten sind, verwendet man hauptsächlich die beiden anderen Möglichkeiten. Während bei der Gewichtung der relevanten Inventionen ein stark subjektives Element mit im Spiele ist, scheint die

Verwendung der Patentstatistiken in dieser Hinsicht günstiger zu sein, da die Erteilung von Patenten mit der Erfüllung bestimmter Anforderungen verbunden ist.¹⁾ In den folgenden empirischen Analysen finden alle drei Maßgrößen Anwendung.²⁾ Obwohl sich aus diesen Bemerkungen Zweifel an der Relevanz der Ergebnisse der empirischen Untersuchungen ergeben, soll versucht werden, zumindest tendenzielle Aussagen daraus abzuleiten.

Mansfield prüft die Frage, ob in F&E economies of scale auftreten, anhand von Zahlenmaterial großer Unternehmen aus der amerikanischen Chemie-, Erdöl- und Stahlindustrie für die Periode zwischen 1940 und 1957.³⁾ Als Maß für den Output von F&E Aufwendungen verwendet Mansfield die Anzahl wesentlicher Erfindungen in diesen Industrien und wählt folgenden Regressionsansatz:

$$n_i = R_i (a + bR_i + cS_i) + V_i$$

(n = Anzahl der nach ihrer Bedeutung für den gesamten Industriezweig gewichteten Inventionen; R = Aufwendungen für F&E; S =

-
- 1) Der Wert der Patentstatistiken für die Messung des F&E Ertrags ist deshalb nicht weniger umstritten. Die positive Einstellung von Schmookler (1966, aaO. S. 18ff) zu dieser Frage wird heftig kritisiert von Sanders (vgl. Some Difficulties in Measuring Inventive Activity. In: The Rate and Direction of Inventive Activity, aaO. S. 68 ff.) Weitere Beiträge zu diesem Problem finden sich bei S.Kuznets, Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement, ebenda, S. 35 ff. und D.C. Mueller, Patents, Research and Development, and the Measurement of Inventive Activity, JIE, Vol. XV, 1966, S. 26 ff. Eine zusammenfassende Darstellung über die Vorteile und Grenzen der einzelnen Maßgrößen gibt L. Jüttner-Kramny, Die Bedeutung der Unternehmensgrößen für den technischen Fortschritt, Köln 1970, S. 47 ff.
 - 2) Unabhängig davon, welche Maßgröße verwendet wird, hängt die Produktivität der F&E Anstrengungen eines Unternehmens sehr stark davon ab, welche Art von F&E es durchführt. So kann der Fall eintreten, daß aus den F&E Bemühungen eine Invention im Bereich der Grundlagenforschung anfällt, die weder in ihrer Bedeutung als "wichtige Erfindung" noch als Patent (da sie gegebenenfalls nicht oder nur schwer patentierbar ist) den Ergebnissen der F&E Bemühungen des Unternehmens zugerechnet werden kann.
 - 3) Vgl. E. Mansfield, Industrial Research and Technological Innovation, An Econometric Analysis. London, 1969, S. 40 ff.

Unternehmensgröße gemessen am Umsatz; V = Zufallsterm; der Index i bezieht sich auf das jeweilige Unternehmen)

Die nach der Methode der kleinsten Quadrate geschätzten Koeffizienten a, b und c haben für die einzelnen Industriezweige folgende Werte:

$$\text{Chemieindustrie: } n_i = R_i(2.38 + 0.404R_i - 0.0247S_i); \quad (r = 0.99) \\ (0.041)(0.075) \quad (0.0055)$$

$$\text{Erdölindustrie: } n_i = 0.508R_i; \quad (r = 0.99) \\ (0.027)$$

$$\text{Stahlindustrie: } n_i = R_i(1.19 - 0.000548S_i); \quad (r = 0.87) \\ (0.27) \quad (0.000212)$$

Es besteht die Möglichkeit, daß die partiellen Regressionskoeffizienten a, b und c dieser Gleichungen aufgrund der anzunehmenden Multikollinearität¹⁾ der erklärenden Variablen verzerrte Werte aufweisen. Über den isolierten Einfluß von R und S auf n sind deshalb keine verlässlichen Aussagen möglich. Dies ist bei den weiteren Ausführungen zu berücksichtigen.

Wird S konstant gehalten und lediglich die Wirkung von R auf n untersucht, so deuten die Schätzwerte nach Mansfield folgendes an: Bei einem Ansteigen der F&E Ausgaben zeigt sich in der chemischen Industrie ein positiver Wert für b, was auf Größenvorteile bei der Produktion von neuem Wissen in diesem Industriebereich

1) Die Vermutung für das Vorliegen von Multikollinearität bei den unabhängigen Variablen wird dadurch erhärtet, daß viele Unternehmen ihre F&E Ausgaben als bestimmten Prozentsatz des Umsatzes planen und damit zwischen R und S eine lineare Beziehung etwa der Form $R = -a + bS$ besteht.

Die Möglichkeiten, das Multikollinearitätsproblem in der Praxis zu lösen, sind eng begrenzt:

- 1) Es kann versucht werden, zusätzliche Beobachtungen durchzuführen, die so beschaffen sind, daß sie die Multikollinearität mindern (z. B. durch Kombination von Zeitreihen mit Daten aus Querschnittsbetrachtungen).
- 2) Durch eine a priori-Spezifikation bzw. eine externe Schätzung geeigneter Funktionen der Regressionskoeffizienten können gegebenenfalls über die Kenntnis eines Koeffizienten die restlichen Koeffizienten geschätzt werden.

Vgl. P. Schönfeld, Methoden der Ökonometrie, Bd. I, Lineare Regressionsmodelle, Berlin, Frankfurt/M., 1969, S. 81 f und D. Hochstädter/G. Uebe, Ökonometrische Methoden, Berlin, 1970, S. 151 ff.

schließen läßt. In den beiden anderen Zweigen, der Erdöl- und der Stahlindustrie ist das Vorzeichen von b nicht zu bestimmen und vor allem sind keine Anzeichen vorhanden, die die Vermutung für ein positives b stützen würden.

Scherer zieht in einer Untersuchung möglicher economies of scale bei der Produktion neuen Wissens in Großlaboratorien die Anzahl der Patente als Maßgröße für den Ertrag der F&E Aufwendungen heran.¹⁾ Die Analyse erfaßt die Inventionstätigkeit von 448 amerikanischen Unternehmen aus zwölf Industriezweigen in den Jahren 1955 bis 1959. Die nicht lineare Regressionsgleichung enthält folgende Schätzwerte:²⁾

$$(1) P_i = - 3.79 + 144.42S_i - 23.86S_i^2 + 1.4575S_i^3; \quad R^2 = 0.454$$

(14.44) (4.83) (0.316)

(P_i = Anzahl der Patente des i -ten Unternehmens; S_i = Umsatz des i -ten Unternehmens)

Aus Gleichung (1) geht hervor, daß der Koeffizient des quadratischen Gliedes ein negatives, der des kubischen Gliedes dagegen ein positives Vorzeichen aufweist. Da das Vorzeichen des Koeffizienten von S_i^3 nicht signifikant abgesichert werden konnte, schließt Scherer aus dem negativen Vorzeichen von S_i^2 auf eine unterproportionale Zunahme der Anzahl der Patente bei zunehmenden Umsätzen. Nach einer Aufschlüsselung der globalen Regressionsgleichung in einzelne Gleichungen für die zwölf Industrien zeigt sich ein negatives Vorzeichen für S_i^2 und ein positives für S_i^3 in zehn Industriezweigen.³⁾ In den restlichen beiden Bereichen (der Papier- und Flugzeugindustrie) sind ab einer mittleren Unternehmensgröße nur noch abnehmende Skalenerträge festzustellen.

1) Vgl. F. M. Scherer (1965) aaO. S. 1103 ff.

2) Vgl. derselbe, ebenda, S. 1106.

3) Ein positives Vorzeichen des partiellen Regressionskoeffizienten des kubischen Gliedes deutet wachsende Skalenerträge an. Sie treten allerdings erst bei sehr hohen Umsätzen (5,5 Mrd. Dollar) auf, die nur 3 der 448 Unternehmen erreichen (General Motors, Standard Oil of New Jersey und Ford). Vgl. F. M. Scherer (1965) aaO. S. 1106.

Gegen die Ergebnisse Scherer's sind allerdings einige gewichtige Einwände zu erheben:

- 1) Um auf Größeneffekte im F&E Bereich schließen zu können, muß bei den Berechnungen eine konstante Forschungsintensität der Unternehmen bei wachsenden Umsätzen vorausgesetzt werden. Denn würde beispielsweise die Forschungsintensität mit steigenden Umsätzen abnehmen,¹⁾ so könnte die beobachtete relative Abnahme der Zahl der Patente auf diese Entwicklung zurückzuführen sein, ohne einen Zusammenhang mit eventuellen Größeneffekten in der Produktion von neuem Wissen aufzuweisen.
- 2) Die Neigung, Erfindungen zu patentieren, kann in Unternehmen verschiedener Größenklassen unterschiedlich ausgeprägt sein. Der Versuch Scherer's, diese Frage empirisch zu testen, führt zu keinen eindeutigen Ergebnissen.
- 3) Die erklärenden Variablen S_i , S_i^2 und S_i^3 sind in hohem Maße miteinander korreliert, so daß verzerrte Werte für partiellen Regressionskoeffizienten auftreten können.²⁾

-
- 1) Diese Entwicklung scheint nach den bisher vorliegenden empirischen Untersuchungen zu diesem Problem in vielen Fällen aufzutreten. Vgl. z. B. J. S. Worley, *Industrial Research and the New Competition*, JPE, Vol. LXIX, 1961, S. 183 ff; D. Hamberg, *Size of Firm, Oligopoly, and Research: The Evidence*, Canadian Journal of Economics and Political Science, Vol. XXX, 1964, S. 64 ff; H. G. Grabowski, *The Determinants of Industrial Research and Development: A Study of the Chemical, Drug, and Petroleum Industries*, JPE, Vol. LXXVI, 1968, S. 292 ff; E. Mansfield (1969) aaO. S. 38 ff und L. Philips, *Industrial Concentration: A Cross-Section Analysis for the Common Market*, Amsterdam, 1971, S. 123 ff.
 - 2) Außerdem taucht bei der Schätzung der Standardfehler das Problem der Heteroskedastie auf, die zu verzerrten Schätzwerten führen kann. Heteroskedastie der Fehlervariablen liegt dann vor, wenn ihre Varianz-Kovarianzmatrix eine Diagonalmatrix ist, also alle Kovarianzen gleich Null, die Varianzen aber voneinander verschieden sind. Im Falle der Homoskedastie sind sämtliche Varianzen gleich. Vgl. dazu P. Schönfeld (1969) aaO. S. 141 ff.

Aus den genannten Gründen sind die Aussagen von Scherer zwar sehr vorsichtig zu interpretieren, sie stimmen jedoch ihrer Tendenz nach mit denen von Mansfield überein.

Als weitere wesentliche Studie in bezug auf Größeneffekte im F&E Bereich sei eine Untersuchung von Comanor erwähnt, obwohl sie sich nur auf einen Industriezweig, die pharmazeutische Industrie bezieht.¹⁾ Sie hat gegenüber den beiden bisher dargestellten empirischen Analysen zwei Vorteile: Einmal erstreckt sich die Größe der untersuchten Unternehmen über alle Größenklassen (bisher gingen nur die mittleren bis großen Unternehmen in die Untersuchungen ein) und zum anderen wurden als Maßgröße für den Output der F&E Aufwendungen die Umsätze mit neuen Produkten herangezogen.²⁾ Comanor prüft den Zusammenhang zwischen F&E Ertrag, Forschungsaufwendungen und Unternehmensgröße für 57 Unternehmen in den USA in der Zeit zwischen 1955 bis 1960.

Die erklärenden Variablen für den Output Y (gemessen an den Umsätzen mit neuen Produkten) sind die Ausgaben für F&E RD (Anzahl der im F&E Bereich Beschäftigten), die Unternehmensgröße S (Gesamtumsätze der einzelnen Unternehmen), eine "Interaktionsvariable" I zwischen Unternehmensgröße und Engagement in F&E³⁾

1) Vgl. W. S. Comanor, Research and Technical Change in the Pharmaceutical Industry, Review of Economics and Statistics, Vol. XLVII, 1965, S. 182 ff.

2) Diese Vorgehensweise wird dadurch ermöglicht, daß die F&E Anstrengungen der pharmazeutischen Industrie nahezu vollständig auf neue Produkte, jedoch kaum auf neue Prozesse ausgerichtet sind. Allerdings ist die weite Definition Comanor's für die F&E Ausgaben, die sich sowohl auf die Invention als auch die Markteinführung der neuen Produkte bezieht, zu beachten. Vgl. W. S. Comanor (1965) aaO. S. 183.

3) Die "Interaktionsvariable" soll Aufschluß darüber geben, ob die im Vordergrund der Untersuchung stehende Relation zwischen RD und Y von der Unternehmensgröße S sowohl in ihrer Form als auch in ihrer Lage beeinflusst wird.

und eine Diversifikationsvariable D.¹⁾ Comanor erhält folgende Regressionsgleichung:²⁾

$$(2) \quad Y = 0.422 - 4.671RD + 0.547RD^2 + 0.0000344S - 0.000000128I - 0.130D \\ (0.136) (1.285) \quad (0.107) \quad (0.0000083) \quad (0.000000031) \quad (0.040) \\ R^2 = 0.40$$

Da in diesem Zusammenhang vor allem die Beziehung zwischen Y, RD und S interessiert, wird Gleichung (2) in die Form

$$(3) \quad Y = a + bR + cR$$

gebracht.³⁾ Dabei ist $a = f(S, D)$, $b = -4.671 - 0.000000128S^2$ und $c = 0.547$. Um zu Aussagen über die "Grenzproduktivität" von R zu gelangen, wird

$$(4) \quad \frac{\partial Y}{\partial R} = b + 2cR$$

gebildet. Da gemäß den Schätzwerten Comanor's eine inverse Beziehung zwischen b und S besteht, nimmt $\frac{\partial Y}{\partial R}$ mit sinkenden Werten von S zu. Für gegebene Werte von R nimmt $\frac{\partial Y}{\partial R}$ mit Ausnahme von S^2 ab. Daraus folgert Comanor, daß die Grenzproduktivität der im F&E Bereich Beschäftigten eine inverse Funktion der Unternehmensgröße ist.⁴⁾ Unter Zuhilfenahme der Gleichung $Y = a + bR + cR^2$ berechnet Comanor die Elastizität von Y in bezug auf R (also $\frac{\partial Y}{\partial R} \cdot \frac{R}{Y}$) für drei verschiedene Unternehmensgrößenklassen und

- 1) Comanor verwendet verschiedene Maße für D, die sich jedoch alle nur mit der Verteilung der Unternehmensumsätze auf verschiedenen Märkten mit pharmazeutischen Artikeln beziehen, nicht jedoch auf die Aufteilung zwischen pharmazeutischen und nicht-pharmazeutischen Märkten.
- 2) Es wird nur Gleichung (1) aus Tab. 1 angeführt, da sie die Grundlage weiterer Ergebnisse von Comanor ist. Es ist zu beachten, daß in der Regressionsanalyse Y, RD und RD^2 durch S dividiert werden, um die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen von Homoskedastie zu erhöhen. Vgl. W. S. Comanor (1965) aaO. S. 185, Tab. 1.
- 3) Man erhält Gleichung (3), in der R die Kurzschreibweise für RD ist, durch Multiplikation beider Seiten der modifizierten Form (vgl. Fußnote 2, S.24) von Gleichung (2).
- 4) Genau genommen spricht Comanor nur vom qualifizierten Personal im F&E Bereich. Wird das gesamte F&E Personal (also auch die Hilfskräfte) in die Berechnung einbezogen, so werden die Schätzwerte relativ schlechter. Vgl. W. S. Comanor (1965), aaO. S. 185, 189.

zwar für Unternehmen mit Umsätzen in Höhe von einer Million sowie zehn und fünfzig Millionen Dollar. Die entsprechenden Werte der Elastizitäten sind 1.39, 0.61 und 0.54. Hinsichtlich möglicher Größeneffekte läßt sich daraus nach Comanor folgender Schluß ableiten: "While there are likely to be increasing returns to scale in R and D at low values of S, decreasing returns seem to be the case when S becomes moderately large."¹⁾ Die Unternehmensgröße hat demnach nicht nur einen Einfluß auf die Form der funktionalen Beziehung zwischen R und Y, sondern bestimmt auch deren Lage. Letzteres ist bei gegebenem S aus der Gleichung $\frac{\partial Y}{\partial R} = b + 2cR$ leicht ersichtlich. Durch Nullsetzung dieses Ausdrucks erhält man

$$R = \frac{-b}{2c}$$

Bei $-\frac{b}{2c}$ erreicht die Funktion ein Minimum,²⁾ welches aufgrund von $b = f(S^{-1})$ mit steigendem S höhere Werte annimmt. Bei den höchsten Umsatzwerten wird die Grenzproduktivität, geschätzt anhand der Werte obiger Ausgangsgleichung, sogar negativ. Obwohl auch in dieser Analyse statistische Probleme auftauchen, wie sie bereits weiter oben erwähnt wurden, deuten die Ergebnisse darauf hin, daß im Bereich von F&E (hier bezogen auf die pharmazeutische Industrie) diseconomies of scale auftreten können. Ergänzend dazu sind noch zwei Bemerkungen zu Comanor's Ergebnissen zu machen. Die weite Definition des Output aus F&E Aufwendungen bringt es mit sich, daß nicht nur Inventionen, sondern auch Innovationen mit einzubeziehen sind. Hinsichtlich des strukturellen Aufbaues der F&E Aufwendungen der pharmazeutischen

1) Vgl. W. S. Comanor (1965) aaO. S. 188.

2) Dies ist der Fall, da $\frac{\partial^2 Y}{\partial R^2} > 0$.

Industrie bedeutet dies die Einbeziehung der Einführungskosten eines neuartigen Gutes in den Markt. Sind nun z. B. Distributionsvorteile mit der Größe der Unternehmen positiv korreliert, so wirkt sich die Unternehmensgröße positiv auf Y aus. In diesem Falle wären die Vorteile kleinerer und mittlerer Unternehmen, bezogen auf den Ertrag an Inventionen, eher noch zu niedrig eingeschätzt.

Die zweite Bemerkung bezieht sich auf die bereits genannte Zusammenstellung der F&E Projekte. Es könnte sein, daß Großunternehmen relativ mehr Grundlagenforschung betreiben und deshalb die oben dargestellten Elastizitäten zuungunsten dieser Unternehmenskategorie verzerrt sind. Der Grund liegt in dem, im Vergleich mit den Projekten der angewandten Forschung und der Entwicklung, höheren Zeitbedarf der Projekte der Grundlagenforschung. Die Untersuchungsperiode könnte in bezug auf dieses Problem zu kurz gewählt sein.¹⁾ Aussagen über die quantitativen Auswirkungen der beiden aufgezeigten Tendenzen sind jedoch nur schwer möglich.

Die Beobachtung, daß bei der Produktion von neuem technischen Wissen Größeneffekte sowohl positiver als auch negativer Art auftreten können, macht es erforderlich, nach Gründen für diese Erscheinung zu suchen. Es sollen deshalb mögliche Vor- und Nachteile der F&E in Großlaboratorien hinsichtlich ihrer Effizienz kurz aufgezeigt werden.

Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht dabei die menschliche Arbeit als der weitaus bedeutendste Produktionsfaktor im F&E

1) Andererseits sind aber auch Fälle denkbar, in denen Ergebnisse aus der Grundlagenforschung vor dieser Periode in die Zeitspanne zwischen 1955 und 1960 fallen, was gegebenenfalls einen Ausgleich bringen würde.

Bereich. Es wird argumentiert, daß in den Großlaboratorien mit entsprechender finanzieller Ausstattung, auf eine Vielzahl kreativer Forscher zurückgegriffen werden kann, wodurch die Abhängigkeit von der schöpferischen Leistung eines Forschers vermieden werde.¹⁾ Diese Argumentation läuft auf die Betonung der positiven Aspekte bei der Arbeit in Forschungsgruppen für die Effizienz der F&E Anstrengungen hinaus. Zweifellos ist mit steigender Komplexität der Forschungsprojekte eine Spezialisierung der einzelnen Forscher nötig, die sie zu Experten auf bestimmten Teilgebieten macht. Da diese Spezialisierung jedoch das Gesichtsfeld des einzelnen Forschers im allgemeinen erheblich einschränkt, muß ein Weg gefunden werden, das Spezialwissen verschiedener Forscher sinnvoll zu koordinieren, um eine wesentliche Voraussetzung für die Hervorbringung komplexer Erfindungen zu schaffen. Einen Ausweg zur Lösung dieser Schwierigkeiten stellt das "team work" dar. Die Arbeit in Gruppen bleibt aber nur solange effizient, als deren Größe einen fruchtbaren Gedankenaustausch zwischen den einzelnen Mitgliedern hinsichtlich der Zielsetzung des Forschungsvorhabens erlaubt.²⁾ Es muß weiter gewährleistet bleiben, daß Initiativen einzelner Forscher geprüft und diskutiert werden. Dies wird umso schwerer durchzuführen sein, je größer das Team ist, da immer mehr Mitglieder von der Nützlichkeit einer Idee überzeugt werden müssen. Ist diese Diskussionsmöglichkeit nicht mehr vorhanden, so kann eine Situation entstehen, die Hamberg wie folgt beschreibt: "Groups of specialists can and often do talk together, stimulate each other through an exchange

1) Vgl. L. Jüttner-Kramny (1970) aaO. S. 93.

2) In diesem Zusammenhang sei eine empirische Studie von Cooper angeführt. Aufgrund von Ergebnissen aus Interviews mit Praktikern aus dem F&E Bereich nennt er folgende Vorteile kleinerer Laboratorien gegenüber größeren: (1) Bessere Fähigkeiten der Ingenieure; (2) Kostenbewußteres Arbeiten und (3) Kommunikations- und Koordinationsvorteile. Vgl. A. C. Cooper, R+D Is More Efficient in Small Companies, HBR, Vol. XLII, 1964, S. 78 ff.

of ideas; but rarely, if ever, do they think together, let alone create together."¹⁾ Die Arbeit des einzelnen Forschers innerhalb der Gruppe wird weiterhin stark vom Grad der Freiwilligkeit beeinflusst, mit der die Mitglieder zusammenarbeiten. Die Wahrscheinlichkeit hierfür wird mit zunehmender Größe des Teams abnehmen, wodurch es zu Zwistigkeiten und zur Intoleranz gegenüber neuen Ideen kommen kann.

Verläßt man den Bereich der Gruppe und untersucht die Koordinationsmöglichkeiten zwischen den verschiedenen Forschungsgebieten, so tauchen weitere Probleme auf. Werden die Forschungsaktivitäten und die Forschungsteams zu umfangreich, so kann durchaus der Fall eintreten, daß übergeordnete Stellen, wie z.B. Leiter einer F&E Abteilung eines Unternehmens, bei der Koordination dieser Aktivitäten überfordert werden, was zu Zeiteinbußen oder gar zu Verlusten eventuell gewinnträchtiger Projekte führen kann.

Aus diesen kurzen Bemerkungen hinsichtlich der Effizienz der Gruppenarbeit der Produktion von neuem Wissen lassen sich zwei Aussagen ableiten:

- 1) Die Komplexität vieler F&E Projekte erfordert die Spezialisierung der einzelnen Forscher auf bestimmte Forschungsgebiete. Im Rahmen der Bildung von Arbeitsgruppen kann der negative Effekt der daraus folgenden Einengung des Blickfeldes umgangen werden.
- 2) Infolge von Koordinationsschwierigkeiten innerhalb zu großer Gruppen und bei übergeordneten Stellen kann es zu Effizienzverlusten in der F&E Tätigkeit kommen.

Auch in bezug auf den anderen wesentlichen Produktionsfaktor, den Einsatz von Kapitalgütern im F&E Bereich seien einige Überlegungen

1) D. Hamberg, *Invention in the Industrial Research Laboratory*, Vol. VXXI, JPE, 1963, S. 108.

angestellt. Bestimmte F&E Projekte erfordern einen Einsatz von Apparaturen und Maschinen, der nur in Großlaboratorien realisiert werden kann, da dort die entsprechenden finanziellen und technischen Mittel zur Verfügung stehen.¹⁾ Das Bewußtsein der potentiellen Möglichkeit, die Versuchseinrichtungen immer weiter ausdehnen zu können, um mit Hilfe aufwendigerer Apparaturen dem Forschungsziel näher zu kommen, beinhaltet indes die Gefahr, daß daraus ein suboptimaler Einsatz von Kapitalgütern resultiert.²⁾ Als Ergebnis aus den drei angeführten empirischen Untersuchungen und den anschließenden Erklärungsversuchen für die beobachteten Relationen im F&E Bereich sei folgendes festgehalten: Die Entwicklung des Ertrags bei der Produktion von neuem Wissen verläuft nicht eindeutig. Es ist sowohl von positiven als auch negativen Größeneffekten auszugehen, wobei Unterschiede in den einzelnen Industriezweigen einer Volkswirtschaft auftreten können. Die Folge davon sind parallel verlaufende Entwicklungen, von denen die eine zu zunehmender Größe von F&E Laboratorien führt, die andere dagegen zu einer Ausgliederung von F&E Aktivitäten aus bereits großen Forschungsstätten in relativ kleinere. Die empirischen Analysen lassen weiter vermuten,

1) So weist Comanor darauf hin, daß einem F&E Programm "interne Gesetze" innewohnen können, die, wenn es einmal begonnen worden ist, eine Expansion des Vorhabens bis zu einer bestimmten Größenordnung erfordern. Vgl. W. S. Comanor, Market Structure, Product Differentiation, and Industrial Research, QJE, Vol. LXXXI, 1967, S. 645.

2) Recht anschaulich nimmt Lodge zu dieser Möglichkeit Stellung: "The trend towards more and more complex apparatus should be carefully watched and controlled; otherwise the scientists themselves gradually become specialist machine minders, and there is a tendency, for example for an analytical problem to be passed from the micro-analytical laboratory to the infra-red laboratory and from there to the mass spectographic laboratory, whereas all the time all that was needed was a microscope and a keen observer." R. M. Lodge, Economic Factors in Planning of Research, 1954 (zitiert nach J. Jewkes, D. Sawers and R. Stillerman, The Sources of Invention, London, 2. Aufl., 1969, S. 108).

daß bei der Produktion von neuem Wissen analog zur Produktion von materiellen Gütern optimale Größen der Laboratorien, je nach dem Betätigungsfeld existieren. Im folgenden Abschnitt werden die Bedingungen für den Fall diskutiert, in dem die optimale Größe überschritten wird und es zur Entstehung einer Erfindungsindustrie kommen kann.

3. Bedingungen für das Entstehen einer Erfindungsindustrie

Ausgehend von der Betrachtungsweise der Invention als ökonomisches Gut und damit als Ergebnis eines Produktionsprozesses, lassen sich Überlegungen aus dem Bereich der Produktion materieller Güter ohne besondere Schwierigkeiten auf die Herstellung von neuem Wissen übertragen. Dies gilt auch für die im Rahmen der Diskussion über eine vertikale Integration oder Desintegration gewonnenen Einsichten.¹⁾ Danach kommt es zu der Ausgliederung von F&E Aktivitäten aus den Unternehmen der Anwendungsindustrie (im folgenden wird von A-Unternehmen und A-Industrie gesprochen) wenn der Preis (oder die Grenzausgabe) für die von den Unternehmen der Erfindungsindustrie (E-Unternehmen bzw. E-Industrie)²⁾ angebotenen Güter, also die Inventionen, niedriger sein kann, als die Grenzkosten einer in der A-Industrie stattfindenden Produktion von neuem Wissen.³⁾ Ein entscheidendes Kriterium hinsichtlich der vertikalen Spezialisierung und damit der Bildung einer E-Industrie ist demzufolge die Höhe

1) Vgl. hinsichtlich der diesen Prozessen zugrundeliegenden theoretischen Überlegungen M. Neumann, Vertikale Integrationsprozesse in der Industrie, Schmollers Jahrbuch, 86. Jg., 1966, S. 665 ff. Für eine empirische Untersuchung des Problems in den USA vgl. M. Gort, Diversification and Integration in American Industry, Princeton, 1962, S. 8 ff und S. 23 f.

2) Ein Unternehmen, das sowohl Produktion als auch Anwendung des neuen Wissens in sich vereinigt, wird E/A-Unternehmen genannt.

3) Vgl. M. Neumann (1969) aaO. S. 315 und derselbe, (1966) aaO. S. 666. Die genannte Aussage ergibt sich in analoger Anwendung der dort angeführten "Regel" für die Rückwärtsintegration.

der Kosten. Ein Indiz für die zunehmende Bedeutung des Erwerbs "fremden" Wissens ist die ständig wachsende Zahl von Lizenzvereinbarungen auf nationaler und internationaler Ebene. Ein Lizenznehmer würde unter Voraussetzung ökonomisch rationalen Handelns nicht bereit sein, Lizenzgebühren für die Verwendung "fremden" Wissens zu bezahlen, wenn sie nicht unter den antizipierten Kosten für die eigene Produktion liegen würde.¹⁾ Diese Feststellungen führen zur Frage, weshalb die Herstellung neuen technischen Wissens in E-Unternehmen relativ kostengünstiger erfolgen kann als in den entsprechenden E/A-Unternehmen.

Das Auftreten von negativen Größeneffekten bei der Produktion neuen Wissens alleine würde für eine Ausgliederung von F&E Aktivitäten in die, den A-Unternehmen vorgelagerten E-Unternehmen, kein ausreichender Grund sein. Es ist jedem E/A-Unternehmen grundsätzlich möglich, seine F&E Abteilung so aufzubauen, daß diseconomies of scale vermieden werden. Es kommen jedoch noch weitere Gründe hinzu, die auf Kostenvorteile der E-Unternehmen gegenüber A-Unternehmen bei der Produktion von neuem Wissen schließen lassen.

So kann die Zusammenfassung mehrerer F&E Aktivitäten in einem E-Unternehmen zu Größensparnissen führen, die von einem A-Unternehmen nicht realisiert werden können. Neumann nennt hierfür zwei Ursachen:²⁾ Einmal ist dem E-Unternehmen die Möglichkeit gegeben, durch die Zusammenfassung von Forschungsaktivitäten verschiedener Art externe Effekte zu internalisieren und zum

1) Der mögliche Einwand, daß der Erwerb von Lizenzen aufgrund von patentrechtlichen Zusammenhängen unumgänglich sei, wenn auf ein bestimmtes "neues Wissen" nicht verzichtet werden soll, bzw. kann, ist leicht zu entkräften. Es steht jedem Unternehmen offen, durch den Einsatz eigener Mittel für F&E zu versuchen, eine der fremden Invention ebenbürtige oder überlegene Erfindung zu machen.

2) Vgl. M. Neumann (1969) aaO. S. 316

anderen ist es wahrscheinlich, daß aufgrund des größeren Spektrums von F&E Projekten ein besserer Ausgleich von empfangenen und abgegebenen externen Effekten erreicht werden kann. Ein weiterer Vorteil des E-Unternehmens gegenüber dem F&E treibenden E/A-Unternehmen ist zu nennen: Durch die Möglichkeit, auch eventuell anfallende, nicht geplante Inventionen¹⁾ aufzugreifen und bis zur "Produktreife" weiterzuentwickeln, um sie dann an interessierte A-Unternehmen zu verkaufen, kann die Zahl der "Fehlversuche" verringert werden. In einem E/A-Unternehmen würden derartige, im Rahmen des F&E Prozesses anfallende Erfindungen als "Fehlversuche" gewertet bzw. nicht weiter verfolgt werden, wenn sie nicht in das Produktionsspektrum des Unternehmens fallen.

Die Möglichkeit des E-Unternehmens, neues technisches Wissen kostengünstiger zu produzieren als ein E/A-Unternehmen, ist die erste wesentliche Bedingung für das Entstehen einer E-Industrie. Die zweite Bedingung ist auf der Nachfrageseite zu suchen. Dem Angebot der E-Industrie muß eine entsprechende Nachfrage nach ihren Produkten gegenüberstehen. Dies setzt die Existenz großer Märkte und einer technisch hoch entwickelten Volkswirtschaft voraus, um die Realisierung der weiter oben erwähnten Größeneffekte in der E-Industrie zu ermöglichen. Sind beide Bedingungen erfüllt, so ist die Bildung einer der A-Industrie vorgelegerten E-Industrie und damit die organisatorische Trennung von

1) Das "Auftauchen" von nicht geplanten, also zufälligen Forschungsergebnissen hat unter der Bezeichnung "Serendipität" Eingang in die Literatur gefunden. Vgl. hierzu F. Machlup, Die wirtschaftlichen Grundlagen des Patentrechts, Weinheim/Bergstraße, 1962, S. 81 f oder ausführlicher H. Klages (1967) aaO, S. 86 ff.

Produktion und Anwendung neuen Wissens zu erwarten.¹⁾

Es sei nun kurz geprüft, welche Rolle der technische Fortschritt im Rahmen der Unternehmensaktivitäten sowohl eines E- als auch eines A-Unternehmens spielt. Ex definitione treibt ein A-Unternehmen keine F&E.²⁾ Der Entscheidungsprozeß läuft darauf hinaus, eine von einem E-Unternehmen angebotene Invention zu akzeptieren oder abzulehnen, d. h. die Innovation durchzuführen oder zu unterlassen. Es geht demnach um die Anwendung bekannten Wissens, dessen Nützlichkeit für die Erfüllung der unternehmerischen Zielsetzung mit Hilfe der Investitionsrechnung geprüft werden kann. Ein E-Unternehmen dagegen konzentriert sich auf die Produktion von Inventionen, die die vorhergehende Auswahl aus verschiedenen potentiellen Projekten voraussetzt. Als Restriktion bei der Auswahl tritt das zur Verfügung stehende Budget auf.

-
- 1) Die Existenz großer Märkte und eines hohen Entwicklungsstandes der Volkswirtschaft ist vor allem in den USA gegeben. Es ist deshalb wohl kein Zufall, daß sich dort unter der Bezeichnung "Technology Transfer" eine Industrie entwickelt hat, die zunehmend an Bedeutung gewinnt. Es bestehen Risikokapitalgesellschaften deren wichtigste Funktionen wie folgt umrissen werden können: Patent-Marketing (Verkauf eigener und fremder Patente), Patent- und Produkt-Entwicklung (professionelle Forschung), Produkt-Suche (gezielte Maßnahmen zur Ergänzung oder Abrundung des Erzeugnisprogramms etablierter Industriekunden) und hochspezialisierte Informationsdienste oder Publikationen. Vgl. hierzu E. P. Imhof, Makler technischen Wissens, Deutsche Zeitung/Christ und Welt, Nr. 42, 1970, S. 18. Auch in Europa sind Ansätze für eine derartige Entwicklung zu erkennen. So gründete beispielsweise die Bertelsmann-Gruppe die UTAG GmbH, ein "reines" Engineering- und Consulting-Unternehmen, das Anlagen entwickelt und verkauft, sowie die "Bodensee-Instant", die für verschiedene Produkte ein spezifisches know-how erarbeitet, das auf die Interessenlage der Kunden aus der Nahrungsmittel-, chemischen- und pharmazeutischen Industrie ausgerichtet ist. Vgl. dazu Pressenotiz, Bertelsmann steigt in die Nahrungsmitteltrocknung ein, Handelsblatt, Nr. 213, 1971, S. 7.
- 2) Es ist jedoch zu beachten, daß auch im Falle des A-Unternehmens eine F&E Abteilung nötig ist, um den ökonomischen Wert der von E-Unternehmen angebotenen Inventionen für das A-Unternehmen abschätzen zu können. Vgl. hierzu auch S. 119 dieser Arbeit.

Zwischen diesen beiden "Extremtypen" steht als "Mischtypus" das E/A-Unternehmen. In diesem Unternehmen ist eine zweistufige Entscheidung darüber zu fällen, wie das E/A-Unternehmen die ihm zur Verfügung stehenden Mittel auf die verschiedenen Unternehmensaktivitäten verteilt. Es geht also um die Höhe des F&E Budgets. F&E stellt nur eine unter den potentiellen Investitionsmöglichkeiten des Unternehmens dar, um die gesteckten Ziele zu erreichen.¹⁾

Erst in der zweiten Stufe wird danach gefragt, welche Projekte mit den dann feststehenden Mitteln in Angriff genommen werden sollen. Je nach der Höhe des F&E Budgets im Vergleich mit dem Gesamtvolumen der Unternehmensaktivitäten ist ein E/A-Unternehmen tendenziell der E- oder der A-Industrie zuzuordnen.²⁾

Das Problem der Allokation von Ressourcen sowohl hinsichtlich der Höhe des F&E Budgets in E/A-Unternehmen als auch bezüglich der Auswahl von F&E Projekten ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

1) In diesem Zusammenhang interessiert vor allem der Einfluß erfolgreicher F&E auf die Gewinnentwicklung des Unternehmens. Vgl. hierzu etwa J. R. Minasian, *The Economics of Research and Development*. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity*, aaO. 1962, S. 93 ff; F. M. Scherer, *Corporate Inventive Output, Profits and Growth*, JPE, Vol. LXXII, 1965, S. 293 ff und A. Kieser, *Unternehmungswachstum und Produktinnovation*, Berlin 1970.

2) Anhand des Kriteriums "Höhe des F&E Budgets" gibt es nach Jewkes a. o. "a continuous gradation among firms in this respect, an infinite number of mixtures of manufacturing and of research effort running from the firm which is wholly manufacturing to the firm which is little more than a research laboratory." J. Jewkes a. o. (1969) aaO. S. 125.

II. Quantitative und qualitative Aspekte der Verteilung von Ressourcen im F&E Bereich

1. Einführende Bemerkungen

Geht man davon aus, daß die Aktivitäten eines Unternehmens durch die Maximierung der erwarteten Erträge motiviert sind, so ist der Aufteilung der dem Unternehmen zur Verfügung stehenden Ressourcen an Arbeit und Kapital ein fester Bezugspunkt gegeben. Die einzelnen Investitionsmöglichkeiten stellen dann Mittel dar, um das Ziel der Gewinnmaximierung zu erreichen. Das Entscheidungsproblem liegt nun darin, in welchem Ausmaß die einzelnen Mittel im Sinne der Verfolgung dieses Ziels optimal eingesetzt werden sollen, also in der Festlegung der Ausgaben für Sachinvestitionen, F&E, Werbung etc.¹⁾ Im folgenden steht vor allem die Frage im Vordergrund, ob ein Unternehmen Investitionen in bekanntes und bewährtes Wissen tätigt (z.B. Produktion eines bekannten Gutes mit Hilfe eines bereits erprobten Produktionsverfahrens) oder ob es Investitionen in die Produktion von neuem Wissen (z.B. Produktion völlig neuem Wissens oder neue Kombinationen bekannten Wissens) vorzieht bzw. wie es seine Mittel auf diese beiden Investitionsmöglichkeiten verteilt.

Nachdem über die Allokation der Ressourcen bezüglich der Festlegung der einzelnen Budgets entschieden ist, beginnt die zweite Entscheidungsphase, die Auswahl der Projekte innerhalb der durch die Höhe des Budgets vorgegebenen finanziellen Grenzen. Das Prinzip der Maximierung der erwarteten Erträge stellt auch hier die Basis dar, auf der die Entscheidung getroffen wird. Aufgrund eines

1) Vgl. hierzu etwa D.C. Mueller, The Firm Decision Process: An Econometric Investigation, QJE, Vol. LXXXI, 1967, S. 58 ff. Nach Mueller stehen die Aufwendungen für F&E vor allem in Konkurrenz zu den Werbeausgaben. Während erstere unter langfristigen Aspekten den Vorrang haben, werden letztere bei kurzfristigen Aktionen vorgezogen.

anzunehmenden Rationalverhaltens der Entscheidungsträger¹⁾²⁾ lassen sich Aussagen über das zu erwartende Ergebnis unter bestimmten Bedingungen machen.

Es wurde weiter oben erwähnt, daß den zweistufigen Entscheidungsprozeß nur die E/A-Unternehmen zu durchlaufen haben. Den beiden anderen Unternehmenstypen A und E dagegen genügt ein einstufiger Entscheidungsprozeß. Im Falle des A-Unternehmens lautet das Problem: Welche der angebotenen Inventionen soll akzeptiert und angewandt werden? Bei einem E-Unternehmen stellt sich die Frage nach der Auswahl der in Angriff zu nehmenden Projekte bei gegebenem Budget.

Die Problematik der Festlegung eines F&E Budgets auf Unternehmensebene tritt in einem System der Trennung zwischen E- und A-Industrie nicht auf. Ist ein Unternehmen ex definitione ein E-Unternehmen, dann treibt es nur F&E, ist es dagegen ein A-Unternehmen, dann führt es keine F&E durch. Die Aufteilung der Ressourcen in verschiedene Verwendungsarten ist in dieser Situation ein volkswirtschaftliches Problem, das in einem späteren Kapitel behandelt wird.³⁾ Dagegen tritt die Schwierigkeit, ein F&E Budget festzulegen, in einem E/A-Unternehmen bereits auf Unternehmensebene auf. Diese Mischunternehmen stellen gegenwärtig den weitaus größten Anteil der in der Realität anzutreffenden Unternehmenstypen.⁴⁾ Das

1) Die Definition und Begründung des Rationalverhaltens finden sich auf den Seiten 42 ff dieser Arbeit.

2) Unter der Bezeichnung "Entscheidungsträger" soll im folgenden nicht nur ein Individuum verstanden werden, sondern dieser Begriff, der der Entscheidungstheorie entnommen ist, kann in der Praxis auch eine Gruppe von Personen umfassen, die jedoch als Einheit handelt. Um die Gedankengänge einfacher darstellen zu können, wird der Entscheidungsträger als selbständig handelnde Person angenommen. Vgl. auch H. Schneeweiss, Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin, Heidelberg, New York, 1967, S. 7.

3) Vgl. S.229 ff dieser Arbeit.

4) Eine aufschlußreiche Studie von Röthlingshöfer zeigt für die BRD die überragende Bedeutung der E/A-Unternehmen für die Durchführung von F&E Vorhaben. Der Anteil der ausgegliederten F&E ist noch relativ gering, jedoch räumt der Autor der unternehmensexternen F&E eine zunehmende Bedeutung ein. Vgl. K.C. Röthlingshöfer, Die Vergabe von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen in der BRD, Berlin, München, 1972.

der Projektauswahl vorgelagerte Entscheidungsproblem ist demnach in derartigen Unternehmen erst zu lösen. Da wir uns jedoch auf das (theoretische) System einer ausgegliederten E-Industrie, die durch die Trennung von Produktion und Anwendung neuen Wissens entstanden ist konzentrieren, gehen wir den umgekehrten Weg. Ein E-Unternehmen habe zunächst über die Auswahl von potentiellen F&E Projekten zu entscheiden. Liegt dann das Produkt in Form einer ökonomisch relevanten und damit verkäuflichen Invention vor, so stellt sich für das E-Unternehmen die Frage nach der Verwendung dieser Invention, wobei die Alternativen Verkauf oder Eigenverwendung lauten sollen.¹⁾ Von dieser Entscheidung wird die Höhe des F&E Budgets der folgenden Perioden beeinflußt.

2. Analyse der Projektauswahl eines E-Unternehmens bei gegebenem F&E Budget

2.1. Charakteristika des Entscheidungsprozesses

Die Auswahl von Projekten im Bereich von F&E ist ein Vorgang, dessen Grundstruktur mit der des allgemeinen Entscheidungsprozesses²⁾ übereinstimmt. Grundsätzlich stellt sich das Entscheidungsproblem dahingehend, daß knappe Ressourcen auf eine bestimmte Anzahl von Aktivitäten aufgeteilt werden sollen. Das Hauptkriterium für die Auswahl der F&E Aktivitäten sei dabei die Maximierung der erwarteten Erträge aus den verschiedenen Projekten. Da die Annahme des Gewinnstrebens im F&E Bereich in den folgenden Ausführungen von großer Bedeutung ist, soll sie einer ausführ-

1) Die Möglichkeit des Verkaufs und der Eigenverwendung wird nicht erörtert. Vgl. dazu G. Prosi, Technischer Fortschritt als mikroökonomisches Problem, Bern, 1966.

2) Der Entscheidungsprozeß selbst soll hier nur soweit behandelt werden, als es für das gestellte Problem nötig ist. Für eine ausführliche Behandlung vgl. G. Gäfgen, Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 2. erw. Aufl., Tübingen, 1968.

licheren Betrachtung unterzogen werden. Hauptmotiv für die Produktion von neuem technischen Wissen ist nach dieser Hypothese die Erwartung eines pekuniären Ertrags, der aus der Veräußerung von Inventionen oder deren Eigenverwendung erzielt werden kann. Die Plausibilität der "Gewinnhypothese"¹⁾ soll außer durch die Tatsache, daß ein kommerziell ausgerichtetes E-Unternehmen auf die Erzielung von Gewinnen angewiesen ist, um zu "überleben", durch empirische Beispiele erhärtet werden. Mansfield geht in einem Modell zur Bestimmung der F&E Ausgaben in verschiedenen amerikanischen Unternehmen ebenfalls von der Hypothese aus, daß "the i^{th} firm, when planning the extent of its research activities in year t , lists all proposed R and D projects and makes a rough estimate of the expected rate of return from each one."²⁾ Die Überprüfung seines Modells ergibt recht gute Schätzwerte für die Koeffizienten der Regressionsgleichungen.³⁾ Deshalb gelangt Mansfield zu der Feststellung, daß "the process by which a firm's R and D expenditures are determined is not so divorced from profit considerations as some observers have claimed."⁴⁾⁵⁾

1) Die "Gewinnhypothese" wird weiter unten insofern modifiziert, als neben die erwarteten Erträge, das erwartete Risiko verschiedener F&E Projekte tritt. Vgl. S. 45 ff.

2) E. Mansfield (1969) aaO. S. 23.

3) Die geschätzte Regressionsgleichung für acht Unternehmen der Chemie- und Mineralölindustrie (1958 und 1962) lautet:

$$\ln R_i(t) = \begin{Bmatrix} -2.38 \\ -0.22 \end{Bmatrix} + 0.89 \ln S_i(t) + 0.75 \bar{p}_i(t) / (p^* - \bar{p}_i(t))$$

(0.06) (0.15)

($R(t)$ = geplante Ausgaben im Jahre t ; $S(t)$ = Umsatz in t ; $\bar{p}$ = erwarteter durchschnittlicher Ertrag der Projekte; p^* = bestimmter erwarteter Mindestertrag eines Projekts). Vgl. E. Mansfield (1969) aaO. S. 26.

4) E. Mansfield (1969) aaO. S. 31.

5) Anderer Ansicht, daß nämlich außerökonomische Motive für die Höhe der F&E Ausgaben eines Unternehmens relevanter seien als die Gewinnerwartungen, sind z. B. J. Jewkes, D. Sawers und R. Stillerman (1969) aaO. S. 151.

Eine weitere Bestätigung der Wichtigkeit der Gewinnhypothese bei der Planung von F&E Projekten findet sich in einer Untersuchung von Mansfield und Brandenburg. Aus ihren Berechnungen ergibt sich, daß ca. 50 % der Streuung in der Verteilung von F&E Mitteln auf die verschiedenen Projekte durch die Annahme der Maximierung der erwarteten Erträge "erklärt" werden können und damit einer ökonomischen Analyse zugänglich sind.¹⁾

Explizit kommt diese Ansicht auch bei Schmookler zum Ausdruck, der der Meinung ist, daß der erwartete Ertrag die Hauptdeterminante für das Engagement in einem F&E Projekt sei.²⁾ In Verfolgung des Ziels "Gewinnmaximierung" steht dem E-Unternehmen allerdings nur ein begrenztes Budget zur Verfügung.

Da die Kosten aller in Betracht kommenden F&E Projekte in der Regel das zur Verfügung stehende Budget überschreiten, müssen einzelne potentielle Vorhaben von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.³⁾ Es ist deshalb für ein Unternehmen unum-

-
- 1) Vgl. E. Mansfield and R. Brandenburg, The Allocation, Characteristics and Outcome of the Firm's Research and Development Portfolio: A Case Study, JB, Vol. XXXIX, 1966, S. 451. Der relativ hohe Anteil des "ungeklärten Restwertes" weist jedoch auf die Unvollständigkeit des Ansatzes hin. Die Bedeutung weiterer Faktoren, wie z. B. Risikobereitschaft oder Wettbewerbsintensität, wird durch die Ergebnisse einer weiteren empirischen Studie über den technischen Fortschritt in den USA unterstrichen. Vgl. IFO-Institut für Wirtschaftsforschung, Technischer Fortschritt in den USA. Auswertung der amerikanischen Untersuchung "Technology and the American Economy." Berlin, 1971, S. 80 ff.
 - 2) Vgl. J. Schmookler, Technological Change and the Law of Industrial Growth. In: Patents and Progress, W. Alderson (ed.), 1965, Homewood, Ill. S. 10. Die Bedeutung des Gewinnmotivs in der Grundlagenforschung zeigt eine Arbeit von K. Berthold, Forschung und Entwicklung in der Deutschen Großindustrie. Eine empirische Untersuchung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der größten Industrieunternehmen unter besonderer Berücksichtigung der Grundlagenforschung. Diss., Mannheim, 1968, S. 158 ff.
 - 3) Vgl. dazu z. B. C. M. Mottley and R. D. Newton, The Selection of Projects for Industrial Research, OR, Vol. VII, 1959, S. 740 ff; A. Hart, A Chart for Evaluating Product Research and Development Projects, ORQ, Vol. XVII, 1966, S. 347 ff. Eine ausführliche Auseinandersetzung mit diesen und anderen Modellen derselben Art findet sich bei K. Brockhoff, Forschungsplanung im Unternehmen, Wiesbaden, 1969, S. 67 ff.

gänglich, die einzelnen Projekte zu bewerten, was wiederum nur dann möglich ist, wenn dem (oder den) Entscheidungsträger(n) eine Zielfunktion zugeordnet werden kann. Es wird impliziert, daß sich der Entscheidungsträger bei seiner Entscheidung im Rahmen der Zielfunktion rational verhält.

Da die Wirkungen der zu treffenden Entscheidungen in die Zukunft reichen, sind alle Aktivitäten, die zur Diskussion stehen, mit Risiko bzw. mit Unsicherheit behaftet. Dabei wird unter einer Risikosituation der Fall verstanden, in dem für das Eintreffen bestimmter Ereignisse objektive Wahrscheinlichkeitswerte bekannt sind.¹⁾ Demgegenüber behandelt die Unsicherheit Fälle, in denen lediglich subjektive Wahrscheinlichkeiten vorliegen, deren Werte auf dem Ermessen des Entscheidungsträgers basieren.²⁾

Die Entscheidung über die Auswahl von F&E Projekten ist ihrer Art nach als einmalige Entscheidung anzusehen. Es liegen demnach nur subjektive Wahrscheinlichkeitswerte für die in den Entscheidungsprozeß eingehenden Größen vor. Um das Problem einer mathematischen Behandlung zugänglich zu machen, werden die subjektiven als objektive Wahrscheinlichkeiten betrachtet und die Entscheidung unter Unsicherheit in eine solche unter Risiko transformiert.³⁾ Aus diesem Grunde werden die beiden Begriffe Unsicherheit und Risiko im folgenden synonym gebraucht.

-
- 1) Dies ist nur dann der Fall, wenn es sich um Ereignisse handelt, deren Eintreten mit bestimmten objektiven Wahrscheinlichkeiten verbunden werden kann, die Erfahrungswerte aus der Vergangenheit darstellen. Die Kenntnis dieser Werte setzt voraus, daß es sich nicht um eine einmalige Entscheidung handelt, sondern um eine solche, die in gleicher oder zumindest vergleichbarer Form bereits in der Vergangenheit häufig auftrat.
 - 2) Zur Unterscheidung der Begriffe Risiko und Unsicherheit vgl. F. H. Knight, Risk, Uncertainty and Profit (Reprints of Economic Classics) New York, 1964, S. 224 f. und S. 232 und R. D. Luce and H. Raiffa, Games and Decisions, London, 1957, S. 13.
 - 3) Vgl. zu dieser Vorgehensweise auch D. E. Farrar, The Investment Decision Under Uncertainty, Englewood Cliffs, N. J., 1962, S. 6.

Die Berücksichtigung der Unsicherheit, die mit den verschiedenen potentiellen Handlungsalternativen eines Unternehmens verbunden ist, macht eine Modifizierung des Prinzips der Gewinnmaximierung erforderlich. Es wird daher in den folgenden Ausführungen anstelle der Maximierung der Erträge, die Maximierung des Erwartungswertes des Nutzens, der den einzelnen F&E Projekten anhaftet, zur Ableitung der Ergebnisse eines noch näher zu beschreibenden Auswahlprozesses verwendet. Die dabei auftretenden Probleme weisen starke Ähnlichkeiten mit denen der "Portfolio Selection"¹⁾ auf.

Dies läßt den Versuch zu, ein Modell der Projektauswahl im F&E Bereich zu konstruieren, dessen Grundgedanken der Theorie der Portfolio Selection entnommen sind.²⁾ Ziel der Analyse ist es, zu allgemeinen Aussagen über das Verhalten von Entscheidungsträgern in einer E-Industrie und über die Art des an-

1) Vgl. hierzu vor allem H. Markowitz, Portfolio-Selection, JF, Vol. VII, 1952, S. 77 ff; derselbe, Portfolio-Selection - Efficient Diversification of Investments, New York, London, 2nd ed., 1970; J. Tobin, Liquidity Preference as Behavior Towards Risk, Review of Economic Studies, Vol. XXV, 1958, S. 67 ff; derselbe, The Theory of Portfolio-Selection. In: The Theory of Interest Rates, F. H. Hahn and F. P. R. Brechling (eds.), London, 1965, S. 3 ff und U. Hielscher, Das optimale Aktienportefeuille, Frankfurt/Main, 1969.

2) Als Beispiele für die Übertragung der Portfolio-Theorie, die ursprünglich für die Zusammenstellung von Aktienportefeuilles konzipiert wurde, auf Sachinvestitionsmodelle, sind die Arbeiten von F. S. Hillier, Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments, MS, Vol. IX, 1963, S. 443 ff; K. J. Cohen and E. J. Elton, Inter-Temporal Portfolio Analysis Based on Simulation of Joint Returns, MS, Vol. XIV, 1968, S. 5 ff und L. Peters, Simultane Produktions-Investitionsplanung mit Hilfe der Portfolio Selection, Berlin, 1971, zu nennen.

gestrebten technischen Fortschritts¹⁾ zu gelangen.

Wesentlicher Bestandteil der Analyse des Entscheidungsprozesses ist die Kenntnis der Zielfunktion des Entscheidungsträgers. Es wird deshalb zunächst eine Zielfunktion abgeleitet, die den Vorstellungen eines Unternehmens der E-Industrie zugrundeliegen könnte. Die Verwendung einer derartigen Funktion wird zwar erst bei der Ableitung der "optimalen" aus der Menge der "effizienten" Portefeuilles relevant, jedoch wird sie bereits jetzt formuliert, um später das gesamte Modell darstellen zu können.

2.2. Formulierung einer Zielfunktion

2.2.1. Die Verwendung des Bernoulli-Prinzips als Entscheidungsprinzip

Im vorangegangenen Abschnitt wurde als Verhaltensmaxime der Entscheidungsträger die Maximierung des Erwartungswertes des Nutzens verschiedener möglicher Aktivitäten postuliert. Es ist deshalb zu klären, was unter dem "Nutzen eines F&E Projektes" verstanden wird.

Zwischen den beiden im folgenden näher zu behandelnden Größen "zukünftige Erträge aus F&E Projekten" und "Unsicherheit bei ihrer Durchführung und Verwendung", bestehen Beziehungen, über deren Form und Ausmaß sich der Entscheidungsträger eine subjektiv begründete Meinung bilden muß. Geht man nun davon aus,

1) Unter der "Art des technischen Fortschritts" soll in diesem Zusammenhang die "technische Reichweite" der Projekte verstanden werden. Später wird von diesem Kriterium auf das Betätigungsfeld der Forschung geschlossen (vgl. S. 95 f).

der Akteur habe bestimmte Vorstellungen davon, welchen Unsicherheitsgrad er für noch tragbar hält, so kann man annehmen, daß er bei dem dann gegebenen Informationsgrad die Erträge zu maximieren sucht. Die Folge dieses Verhaltens ist ein Kompromiß zwischen der Höhe der erwarteten Erträge und der Bereitschaft, ein bestimmtes Risiko zu tragen. Einen derartigen Kompromiß kann der Entscheidende jedoch nur finden, wenn er mit verschiedenen Konstellationen von Risiko und Ertrag gewisse individuelle Nutzenvorstellungen verbindet. Demnach kann das Streben nach dem beschriebenen Kompromiß auch als Nutzenstreben bezeichnet werden.¹⁾ Da jedes potentielle F&E Projekt eine bestimmte Kombination von Unsicherheit und Ertrag aufweist, ist ihm ein bestimmter Wert zuzuteilen, für den der Ausdruck "Nutzen" stehen soll. Hierbei ist der Nutzenbegriff nicht notwendigerweise mit der Vorstellung seelischer Empfindungen verbunden, sondern je nach Maßgabe der zur Anwendung gelangenden Messungsoperationen werden verschiedene Nutzen, d. h. verschiedene Bewertungsmaße definiert.²⁾

Der so definierte Nutzen eines Projektes ermöglicht die Aufstellung einer Nutzenfunktion, deren Erwartungswert zu maximieren ist (Bernoulli-Prinzip)³⁾⁴⁾. Das Bernoulli-Prinzip läßt sich auf die bekannten Nutzenaxiome von von Neumann und Mor-

1) Vgl. hierzu U. Hielscher (1969) aaO. S. 132.

2) Vgl. G. Gäfgen (1968) aaO. S. 142.

3) Vgl. auch S. 54 f dieser Arbeit.

4) Das Bernoulli-Prinzip wurde vor allem durch die Arbeiten von von Neumann und Morgenstern wieder entdeckt. Durch ihr bekanntes Axiomensystem haben die Autoren das Prinzip auf eine fundierte theoretische Grundlage gestellt und ihm damit zu seiner heutigen allgemeinen Anerkennung verholfen. Vgl. J. von Neumann and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, 2. rev. ed. Princeton (N. J.), 1947.

genstern¹⁾ zurückführen.²⁾ Die dabei angewandte Vorgehensweise erläutert Schneeweiss: "Der Grundgedanke bei der rationalen Begründung des Bernoulli-Prinzips durch ein Axiomensystem besteht darin, daß man zunächst versucht, einige möglichst einleuchtende Konsequenzen des Bernoulli-Prinzips herzuleiten. . . Je mehr man solche plausiblen Konsequenzen findet, um so plausibler wird das Bernoulli-Prinzip selbst."³⁾

Die Plausibilität der Axiome, die dem Bernoulli-Prinzip zugrundeliegen, läßt die Vermutung zu, daß Entscheidungsträger zumindest danach streben,⁴⁾ sich nach diesem Entscheidungsprinzip zu verhalten. Aufgrund der daraus folgenden Bedeutung wird das Bernoulli-Prinzip in der modernen Entscheidungstheorie "gemeinhin als das rationale Entscheidungsprinzip angesehen, d. h. als ein Prinzip, dessen Befolgung sich aus in sich

1) Vgl. J. v. Neumann and O. Morgenstern (1947) aaO. S. 15 ff und S. 617 ff. Ähnliche Axiomensysteme zur Begründung der Rationalität des Bernoulli-Prinzips findet man z. B. bei P. A. Samuelson, *Probability, Utility, and the Independence Axiom*, *Econometrica*, Vol. XX, 1952, S. 670 ff; J. N. Herstein and J. Milnor, *An Axiomatic Approach to Measurable Utility*, *Econometrica*, Vol. XXI, 1953, S. 291 ff; J. Wolfowitz, *Bayesian Inference and Axioms of Consistent Decision*, *Econometrica*, Vol. XXX, 1962, S. 470 ff. Einen vergleichenden Überblick über die bedeutensten Axiomensysteme gibt H. Schneeweiss, *Nutzenaxiomatik und Theorie des Messens*, *Statistische Hefte* 4, 1963, S. 178 ff.

2) Vgl. hierzu etwa R. Dorfman, P. A. Samuelson, R. M. Solow, *Linear Programming and Economic Analysis*, New York, Toronto, 1958, S. 466 ff.

3) H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 73.

4) Es wurde behauptet, daß sich Individuen in bestimmten Wahlsituationen nicht rational im Sinne der Axiome bzw. des Bernoulli-Prinzips verhalten würden (vgl. z. B. A. A. Alchian, *The Meaning of Utility Measurement*, *AER*, Vol. XLIII, 1953, S. 26ff und M. Allais, *Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Américaine*, *Econometrica*, Vol. XXI, 1953, S. 503 ff.) Dieser Vorwurf der Irrationalität wurde jedoch von Markowitz entkräftet, indem er nachwies, daß die Individuen bei genauer Analyse der Entscheidungssituation Inkonsistenzen ihrer ursprünglichen Entscheidung einsehen und zu korrigieren suchen. Vgl. H. Markowitz (1970) aaO. S. 218 ff besonders S. 225-228.

konsistentem Handeln automatisch ergibt, wobei die zugrundeliegende Gestalt der Nutzenfunktion noch offenbleibt und als zum persönlichen Charakteristikum des handelnden Subjektes gehörig empfunden wird. „¹⁾

Der Übergang des Bernoulli-Prinzips von einem Entscheidungsprinzip zu einer Entscheidungsregel²⁾ durch Einführung einer bestimmten Nutzenfunktion, ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

2.2.2. Spezifizierung der Zielfunktion mit Hilfe des (μ, σ) -Kriteriums

Wie bereits erwähnt, setzt sich der Nutzen eines F&E Projektes aus dem erwarteten Ertrag und dem mit ihm verbundenen Risiko zusammen. Als Maß für die erwarteten Erträge diene der mathematische Erwartungswert μ .³⁾ Als adäquates Maß für das Risiko

1) H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 3.

2) Das Bernoulli-Prinzip wird dann zur Entscheidungsregel, wenn ihm eine genau spezifizierte Nutzenfunktion zugrundegelegt wird. Vgl. zur Unterscheidung zwischen den Begriffen "Entscheidungsprinzip" und "Entscheidungsregel" H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 17 f.

3) Der mathematische Erwartungswert μ der Erträge eines Projekts errechnet sich wie folgt:

$$\mu = \sum_{i=1}^n p_i G_i$$

(p symbolisiert die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines bestimmten Ertrags G; $i = 1, \dots, n$).

wird die Varianz σ^2 der Erträge angesehen.¹⁾²⁾ Verwendet man μ und σ^2 als Argumente einer Nutzenfunktion so ergibt sich:

$$U = U(\mu, \sigma^2)$$

Diese Funktion sagt noch nichts über das Risikoverhalten eines Aktors aus. Grundsätzlich lassen sich zwei Verhaltenstypen unterscheiden: Der des Risikovermeiders ("risk-averter") und der des Risikoliebhabers ("risk-lover").³⁾ Der einzelne Akteur kann entweder den einen oder den anderen Typus verkörpern.⁴⁾ Aufgrund empirischer Untersuchungen und theoretischer Überlegungen kann angenommen werden, daß die Mehrzahl der Entscheidungsträger danach trachtet, Risiko zu vermeiden.⁵⁾ Da die Annahme der Risikoaversion für die folgenden Ausführungen

-
- 1) Die Varianz σ^2 berechnet sich als $\sigma^2 = E(G - \mu)^2$ (E ist ein "Erwartungsoperator"; vgl. dazu S. 54 dieser Arbeit).
 - 2) Vgl. hierzu z. B. J. Marschak, Money and the Theory of Assets, *Econometrica*, Vol. VI, 1938, S. 311 ff, H. Markowitz (1970) aaO. S. 72 ff; D. E. Farrar (1962) aaO. S. 12. Auf die Problematik der Verwendung der Varianz, gemessen aus Vergangenheitswerten für die Kennzeichnung von zukünftigen Vorgängen, machen Joyce and Vogel aufmerksam. Da es mehrere Varianzen gibt, die mit jeder Zeitreihe der Beobachtungswerte verbunden sind, ist nach ihrer Meinung der Informationsgehalt der Varianz als Risikomaß zu gering, um zu klaren Entscheidungen zu gelangen. Vgl. J. M. Joyce and R. C. Vogel, The Uncertainty in Risk: Is Variance Unambiguous? *JF*, Vol. XXV, 1970, S. 127 ff.
 - 3) Zu den Begriffen "risk-lover" und "risk-averter" vgl. z. B. J. Tobin (1958) aaO. S. 75 ff.
 - 4) Dies ist eine etwas vereinfachende Annahme (es können auch beide Verhaltensweisen bei einer Person auftreten), jedoch wird sie aus Gründen der einfacheren Nutzenfunktion für den "reinen" Typus gegenüber derjenigen für den "Mischtypus" aufrechterhalten.
 - 5) Vgl. dazu J. K. Galbraith, The Affluent Society, Boston 1958, S. 101 f; D. Hamberg (1963) aaO. S. 107 ff; E. Kantzenbach (1967) aaO. S. 104 f und H. O. Lenel, Ursachen der Konzentration, 2. Aufl., Tübingen, 1968, S. 325 ff.

von wesentlicher Bedeutung ist, soll das dadurch gekennzeichnete Verhalten der Unternehmer mit Hilfe des sogenannten "Sicherheitsäquivalents"¹⁾ kurz charakterisiert werden. Die Darstellung erfolgt in Anlehnung an Friedman und Savage.²⁾ Ein wichtiges Postulat der Autoren ist, daß ein höheres Einkommen einen größeren Nutzen stiftet als ein niedrigeres. Dabei wird von den speziellen Ausgangsbedingungen des Akteurs abstrahiert.³⁾

Ausgangspunkt sind zwei Alternativen A und B. A enthält zwei mögliche Erträge G_1 (erreichbar mit der Wahrscheinlichkeit p) und G_2 (Wahrscheinlichkeit: $1-p$). Es gilt $0 < p < 1$ und $G_1 < G_2$. B ist eine risikolose Alternative mit dem sicheren Ertrag G_0 . Un-

-
- 1) Unter "Sicherheitsäquivalent" wird nach Schneeweiss ein sicheres Einkommen verstanden, das einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung w äquivalent ist: $S \sim w$; (oder auch $\Psi(S) = \Psi(w)$), wobei Ψ das Präferenzfunktional ist (vgl. zum Begriff des Funktionals Fußnote 4 S. 54)) Vgl. H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 42. Das Sicherheitsäquivalent wird jedoch nicht bei allen Autoren, die es verwenden, gleichartig gebraucht bzw. interpretiert. Ein Überblick über mögliche Interpretationen findet sich bei G. Magnusson, *Production under Risk*, Uppsala, 1969, S. 34 ff.
 - 2) Vgl. M. Friedman and J. Savage, *The Utility Analysis of Choices Involving Risk*, JPE, Vol. LVI, 1948, S. 279 ff (wieder abgedruckt bei A. N. Page, (ed.), *Utility Theory: A Book of Readings*, New York, 1968, S. 234 ff. Die folgenden Seitenangaben beziehen sich auf diese Quelle).
 - 3) In der Terminologie von Gäfgen würde dies bedeuten, daß von den Umweltbedingungen (hier besonders vom ontologischen Wissen) abgesehen wird (vgl. G. Gäfgen (1968) aaO. S. 95 ff.) Diese Betrachtungsweise ist nicht unproblematisch, worauf vor allem Hirshleifer hinweist, indem er ein "time-and-state preference" Modell vorführt, das zu einem allgemeineren Konzept führt, als das "expected-utility-maximization" Modell nach von Neumann/Morgenstern. Vgl. J. Hirshleifer, *Investment Decision under Uncertainty-Choice-Theoretic Approaches*, QJE, Vol. LXXXIX, 1965, S. 509 ff (bes. S. 531 ff) und derselbe, *Investment Decision under Uncertainty, Applications of the State-Preference-Approach*, QJE, Vol. LXXX, 1966, S. 252 ff.

ter dem obengenannten Postulat kann man sagen: Der Nutzen U von B ist $U(G_0)$, der erwartete Nutzen von A wird durch

$$E(U(A)) = pU(G_1) + (1-p)U(G_2)$$

gegeben. Es gilt weiterhin, daß der Entscheidungsträger Alternative A wählen wird, wenn $E(U(A)) > U(G_0)$, B wenn $E(U(A)) < U(G_0)$ und gegenüber beiden Alternativen indifferent ist, wenn $E(U(A)) = U(G_0)$. Der Erwartungswert der Alternative A beträgt

$$E(A) = p(G_1) + (1-p)(G_2).$$

Wenn nun $E(A) = G_0$, so sprechen Friedman und Savage von einem "fairen gamble". Fällt unter diesen Umständen die Wahl des Akteurs auf A , so zeigt er Risikopräferenz, denn die Wahl muß als $E(U(A)) > U(G_0)$ interpretiert werden, wobei $E(U(A)) - U(G_0)$ als Maß für den Nutzen angesehen werden kann, den der Akteur aus der Annahme dieser Risikosituation zieht.¹⁾

Analoges gilt für die Wahl von B ($E(U(A)) < U(G_0)$) bzw. für Indifferenz zwischen A und B ($E(U(A)) = U(G_0)$).

G^* sei ein sicherer Ertrag, der den gleichen Nutzen habe wie A , also $U(G^*) = E(U(A))$. Friedman und Savage nennen G^* das "Einkommensäquivalent" (income-equivalent) zu A .²⁾ Dieser Begriff ist in seiner Aussage identisch mit dem des Sicherheitsäquivalents, wie er weiter oben angeführt wurde. Die Anwendung der Prämisse, daß ein höheres Einkommen einem niedrigeren vorgezogen wird,³⁾

1) Man kann demnach hier nicht mehr von Spielindifferenz sprechen, wie das weiter oben geschehen ist (vgl. S. 43). Im übrigen könnte man den Schluß auf Risikopräferenz bzw. -abneigung nach Hirshleifer in diesem Fall nur dann ziehen, wenn sich der Entscheidende auf der "certainty-line" befindet. Zum Begriff vgl. J. Hirshleifer, (1965) aaO. S. 533 f.

2) Vgl. M. Friedman and J. Savage (1968) aaO. S. 248.

3) Dieses Postulat, das zunächst unter der Annahme sicherer Erwartungen gemacht wurde, wandelt sich übertragen auf Unsicherheitssituation dahingehend ab, daß gleiche Erträge mit höherer Eintrittswahrscheinlichkeit vor solchen mit niedrigerer Eintrittswahrscheinlichkeit den Vorrang haben ($E(U(A)) \geq U(G_0)$).

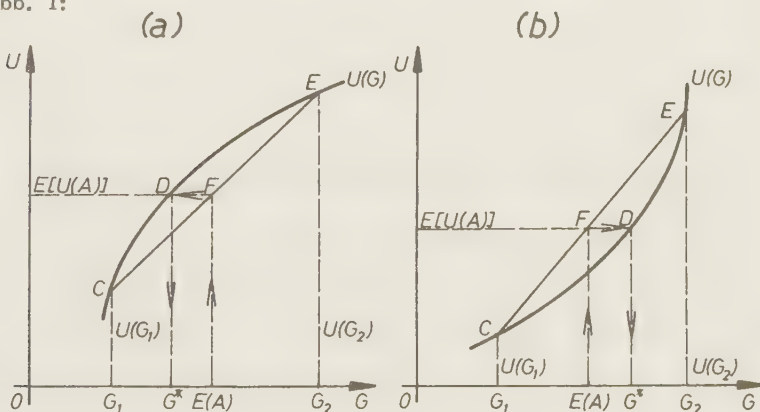
impliziert

$$G^* \approx E(A).$$

Wenn $G^* > E(A)$, dann liegt Risikopräferenz vor (denn $U(G^*) = E[U(A)]$), ist $G^* < E(A)$, dann verkörpert der Aktor den Typ des Risikovermeiders.

Der vorstehende Sachverhalt läßt sich graphisch verdeutlichen. Hierzu werden in einem Koordinatenschema auf der Ordinate der Nutzen und auf der Abzisse das Einkommen (bzw. die Erträge) abgetragen. Durch eine entsprechende Formgebung der Nutzenfunktion $U = U(G)$ können beide Situationen dargestellt werden.¹⁾²⁾

Abb. 1:



Verläuft die Nutzenfunktion wie in Abb. 1 (a) gezeigt wird, dann

- 1) Hinsichtlich der Charakteristika der Nutzenfunktion wird vorausgesetzt, daß sie stetig und monoton steigend verläuft. Durch das Stetigkeitsprinzip (das, ebenso wie das Monotonieprinzip als eine Entscheidungsregel interpretiert werden kann) wird gewährleistet, daß überhaupt ein Sicherheitsäquivalent existiert, durch das Monotonieprinzip wird die Zahl der möglichen Sicherheitsäquivalente auf eins reduziert. Vgl. hierzu auch H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 43 f.
- 2) Die Darstellungen werden mit geringen Abweichungen von MFriedman and J. Savage (1968) aaO. S. 249 übernommen.

liegt Risikoaversion vor, denn $G^* < E(A)$. Dagegen impliziert die in Abb. 1 (b) verwendete Nutzenfunktion Risikopräferenz ($G^* > E(A)$). Die Konstruktion des Sicherheitsäquivalents G^* erfolgt in der durch die Pfeile angedeuteten Weise. Durch $E(A)$ wird die Strecke $\overline{G_1 G_2}$ im Verhältnis $(1-p)/p$ geteilt. Die Distanz $\overline{FE(A)}$ entspricht dann dem erwarteten Nutzen $E(U(A))$, denn aufgrund des Strahlensatzes wird die Sehne $\overline{CE}$ durch F im gleichen Verhältnis geteilt wie $\overline{G_1 G_2}$ durch $E(A)$. Ausgehend von F gelangt man durch die horizontale Verbindung mit der Nutzenfunktion zu D und erhält das Einkommen, dessen Nutzen dem erwarteten Nutzen von A entspricht. Wird schließlich von D aus das Lot auf die Abzisse gefällt, ergibt sich G^* , ein Einkommen, das ex definitione mit dem Sicherheitsäquivalent identisch ist. Durch eine entsprechende Vorgehensweise gewinnt man G^* in Abb. 1 (b).

Mit Hilfe des Sicherheitsäquivalents sind wir demnach in der Lage, ohne Schwierigkeiten aus der Wahl des Aktors auf dessen Risikoverhalten zu schließen.¹⁾

Mit Hilfe der vorstehenden Ausführungen sind wir nun in der Lage, die endgültige Gestalt der Zielfunktion festzulegen, wobei als Ausgangspunkt die beiden folgenden Sätze dienen:

1) In der vorliegenden Arbeit wird das Sicherheitsäquivalent lediglich zur Charakterisierung des Risikoverhaltens benützt. Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß es ohne weiteres möglich ist, durch eine spezielle Definition des Sicherheitsäquivalents, dieses anstelle des erwarteten Nutzens zu maximieren. Ausgangspunkt ist die Gleichung $\phi \cdot \mu(1 - AV^2)$, wobei ϕ das Sicherheitsäquivalent, A eine positive Konstante und V der Variationskoeffizient der Erträge sind. Diese Gleichung wird unter verschiedenen Nebenbedingungen maximiert. Vgl. G. Magnusson (1969) aaO. S. 36 ff und S. 85 ff. Allerdings wurden gegen diese Methode bereits 1962 von Farrar schwerwiegende Einwände erhoben. Vgl. D.E. Farrar (1962) aaO. S. 15 f. Da im folgenden nur mit einem Nutzenmaximierungsmodell gearbeitet wird, in dem μ und σ^2 als Argumente in die Nutzenfunktion eingehen, wird auf diese Diskussion nicht näher eingegangen.

- 1) Die Nutzenfunktion¹⁾ habe eine positive Steigung und sei von unten konkav (damit wird Risikoaversion angenommen).
- 2) Als Strategie des Aktors setzen wir die Maximierung des erwarteten Nutzens voraus.

Aus der bereits weiter oben genannten Nutzenfunktion

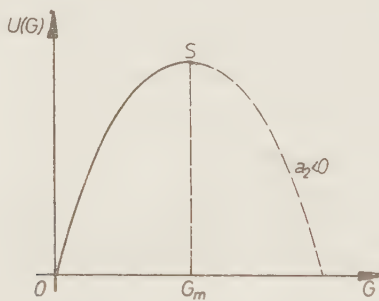
$$U = U(\mu, \sigma^2)$$

geht hervor, daß wir uns auf die Einführung der beiden Argumente μ (mathematische Erwartung der zukünftigen Erträge) und σ^2 (Streuung der Erträge um den Erwartungswert) in die Nutzenfunktion beschränken.²⁾ Dies impliziert, daß

-
- 1) Wobei der Nutzen durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen formuliert wird, die über Ertrags- bzw. Einkommensgrößen definiert sind. Wenn in Zukunft von Nutzenfunktion gesprochen wird, so ist von vorstehendem Sachverhalt die Rede, falls nicht anders vermerkt.
 - 2) Die Beschränkung auf die beiden Argumente μ und σ^2 in der Nutzenfunktion, d.h. die Annahme, daß eine Verteilung zukünftiger Erträge lediglich mit Hilfe zweier Parameter erfolge (μ, σ - Kriterium), ist nicht unproblematisch. Es wurde daher von einigen Autoren vorgeschlagen, auch andere Kriterien mit in die Entscheidungsfunktion einzubeziehen. So untersucht G. Magnusson (1969) aaO. S. 98 ff eine Nutzenfunktion der Form $U = U(\mu, \sigma^2, \gamma^3)$ wobei γ^3 als Maß für die Schiefe der Verteilung in bezug auf den Erwartungswert interpretiert werden kann. Das Risikoverhalten des Aktors ist dann jedoch schon sehr schwer zu charakterisieren, abgesehen davon, daß die Quantifizierung von γ^3 sehr hohe Anforderungen an den Informationsgrad des Aktors voraussetzt. Vgl. zu diesem Problem auch H. Hielscher (1967) aaO. S. 24 und die dort angegebene Literatur. Ebenso ist es möglich, als Risiko-maß andere Werte als die Standardabweichung zu benutzen. Vgl. z.B. H. Markowitz (1970) aaO. S. 287. Für unsere Zwecke ist jedoch eine Beschränkung auf die beiden Parameter insofern zu vertreten, als gerade im F&E Bereich die Gewinnung relevanter Daten so schwierig ist, daß die Eingrenzung auf relativ einfache Beurteilungskriterien gerechtfertigt erscheint.

die Nutzenfunktion quadratisch ist.¹⁾ Hat die Funktion z. B. die Form $U(G) = a_1G + a_2G^2$, so liegt, je nach dem Vorzeichen von a_2 eine nach oben oder unten geöffnete Parabel vor. Ist $a_2 < 0$ und werden auf der Abzisse die Erträge G , auf der Ordinate der Nutzen U abgetragen, dann erscheint das Ergebnis wenig plausibel. Ein Ertrag, der rechts von Punkt G_m liegt, würde einen niedrigeren Nutzen stiften, als ein Ertrag links von G_m , obwohl er absolut höher ist.

Abb. 2:



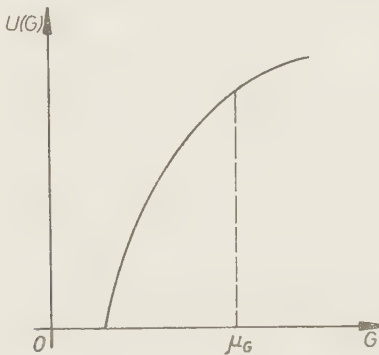
Aus Abb. 2 ist unmittelbar ersichtlich, daß aufgrund der Prämisse $U(G_1) > U(G_2)$ wenn $G_1 > G_2$, nur der Kurvenzug OS relevant sein kann. Es ist deshalb nötig, den Bereich SG auszuschließen, was im Fall diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch die Annahme geschieht, daß solche Verteilungen vernachlässigt werden, die Erträge rechts von G_m zulassen (d. h. $p(G > G_m) = 0$).²⁾ Die

1) Vgl. zur Beweisführung z. B. H. Markowitz (1970) aaO. S. 288 ff oder H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 113 ff. Schneeweiss erweitert die Beweisführung von Markowitz insofern, als er unabhängig von dessen Beweis zu einer allgemeineren Fassung gelangt. Außerdem zeigt Schneeweiss, daß unter der Annahme der Risikoaversion kennzeichnenden Präferenzstruktur auf der Klasse der Normalverteilungen (d. h. Beschränkung auf die Maße μ und σ)²⁾ nur eine quadratische Nutzenfunktion als rational im Sinne des Bernoulli-Prinzips gelten kann. Vgl. derselbe, ebenda, S. 145 ff. Es kann deshalb auch umgekehrt formuliert werden: Die Annahme einer quadratischen Nutzenfunktion impliziert (bei Unterstellung des weiter oben definierten Rationalverhaltens) die Beschränkung auf eine zweiparametrische Verteilung.

2) Vgl. hierzu z. B. R.J. Freund, The Introduction of Risk into a Programming Model, *Econometrica*, Vol. XXIV, 1956, S. 256.

Beschränkung auf den aufsteigenden Ast der Parabel kann nach Markowitz¹⁾ dann als gute Approximation gelten, wenn die Beschränkung $G = G_m$ eingeführt wird. Analytisch erfolgt die Annäherung der im weiteren Verlauf der Arbeit verwendeten Nutzenfunktion an eine quadratische Nutzenfunktion mit Hilfe einer Taylor-Entwicklung²⁾ in der Nähe der Entwicklungsstelle μ_G ³⁾, die in Abb. 3 dargestellt ist.

Abb. 3:



Die Taylor-Reihe hat die Form

$$U(G) = U(\mu) + U'(\mu) \frac{(G-\mu)}{1!} + U''(\mu) \frac{(G-\mu)^2}{2!} + \dots + U^n(\mu) \frac{(G-\mu)^n}{n!} + \dots$$

Werden alle höheren Terme als das quadratische vernachlässigt, so erhält man

$$U(G) = U(\mu) + U'(\mu)(G-\mu) + U''(\mu) \frac{(G-\mu)^2}{2}.$$

Diesen Ausdruck für die Nutzenfunktion kann man durch die Ein-

1) Vgl. H. Markowitz (1970) aaO. S. 282 ff. An gleicher Stelle wird gezeigt, daß auch Funktionen der Form $U(G) = \ln(1+G)$; $U(G) = (1+G)^{1/2}$ und $U(G) = (1+G)^{1/3}$ durch eine quadratische Funktion angenähert werden können.

2) Vgl. dazu z. B. I. N. Bronstein und K. A. Semendjajew, Taschenbuch der Mathematik, Zürich, Frankfurt/M., 1969, S. 277.

3) Es wird vorausgesetzt, daß die Nutzenfunktionen in der Umgebung von μ zumindest zweimal differenzierbar ist.

führung eines "Erwartungsoperators" E erweitern:

$$E(U(G)) = U(\mu) + U'(\mu)E(G-\mu) + \frac{U''(\mu)}{2} E(G-\mu)^2$$

Da aber $E(G-\mu) = 0$ ¹⁾ und $E(G-\mu)^2 = \sigma_G^2$ (σ_G^2 ist die Varianz der Variablen G) ergibt sich

$$E(U(G)) = U(\mu) + \frac{U''(\mu)}{2} \sigma_G^2.$$

Die vorstehende Funktion für den erwarteten Nutzen U(G) ist jedoch nur bis zu einer linearen Transformation²⁾ festgelegt, so daß ihr Ursprung verschoben werden kann, ohne die Einstufung der einzelnen Bewertungen des Nutzens sowie deren Differenzen zu verändern. Wir erhalten nach dieser Transformation

$$(1) \quad E(U(G)) = \mu + \frac{U''(\mu)}{2} \sigma_G^2.$$

Ein im Sinne des Bernoulli-Prinzips rational handelnder Investor wird danach trachten, den erwarteten Nutzen E(U(G)) zu maximieren. Damit ist die Verbindung zum Bernoulli-Prinzip wieder hergestellt, das wie folgt formuliert werden kann:³⁾

Für den Entscheidungsträger existiert eine subjektive Nutzenfunktion (U(x)), so daß sein Präferenzfunktional (Ψ) folgende Gestalt annimmt:⁴⁾

1) Aufgrund der Annahme einer Normalverteilung der stochastischen Variablen G, ist $E(G-\mu) = 0$.

2) Vgl. dazu etwa W. Fellner (1965) aaO. S. 83.

3) Vgl. H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 61.

4) Der Begriff "Funktional" stammt aus der Theorie der Variationsrechnung und besagt allgemein: Einer Funktion $\Pi(t)$ entspricht ein bestimmter Wert (u); die Abhängigkeit des Werts (u) von $\Pi(t)$ wird Funktional genannt und $u = F\{\Pi\}$ geschrieben. Im Unterschied zu einer Funktion, die jeder Zahl (eines Definitionsbereichs) wieder eine Zahl zuordnet, ist das Funktional eine Vorschrift, die jeder Funktion (eines Bereichs) - als Einheit - eine Zahl zuordnet. Vgl. hierzu z. B. R. G. D. Allen, Mathematik für Volks- und Betriebswirte, 1967, Darmstadt, S. 543 ff; W. J. Baumol, Economic Dynamics, 3rd. ed., Toronto, 1970, S. 144 ff. Die Anwendung des Funktionalen in dem im Text gebrauchten Zusammenhang geht auf Tintner zurück. Vgl. G. Tintner, The Theory of Choice under Subjective Risk and Uncertainty, Econometrica, Vol. IX, 1941, S. 298 ff.

$$\Psi(W) = E(U(x_i))$$

Diese Gleichung drückt nichts anderes aus, als daß der Nutzen Ψ (das Funktional) einer ganzen Wahrscheinlichkeitsverteilung (W) gleich der mathematischen Erwartung¹⁾ der Nutzen der einzelnen möglichen Ergebnisse (x_i) ist.²⁾ Setzen wir nun $x = G$ und $E(U(G)) = \Psi$, dann ergibt sich für (1)

$$\Psi = \mu + \frac{U''(\mu)}{2} \sigma_G^2 \quad 3)$$

Setzt man $A = -\frac{U''(\mu)}{2}$, so gelangt man schließlich zu⁴⁾

$$(2) \quad \Psi = \mu - A \sigma_G^2$$

wobei A als Risikoaversionskoeffizient interpretiert werden kann und die Hälfte des negativen Wertes von $U''(\mu)$ darstellt.⁵⁾ Gleich-

- 1) Der angegebene Erwartungswert E ist allgemein durch das Integral

$$\int_{-\infty}^{\infty} U(x) dF(x)$$

gegeben, wobei $F(x)$ die Verteilungsfunktion der Zufallsvariablen ist. Bei kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen reduziert sich das Integral (mit einer Dichtefunktion $g(x)$) zu

$$\int_{-\infty}^{\infty} U(x) g(x) dx,$$

bei diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu

$$\sum_{i=1}^n U(x_i) p_i.$$

Vgl. zu den einzelnen Ausdrücken auch H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 61.

- 2) Die allgemeine Formulierung des Bernoulli-Prinzips deutet an, daß es auch dann angewandt werden kann, wenn die Wahrscheinlichkeitsverteilung über anderen (meßbaren) Größen als den Einkommen (bzw. den Erträgen) definiert ist. Nach Schneeweiss ist (x) in diesem Fall "irgendein (nichtnumerisches) Ergebnis, das aus dem Zusammentreffen einer Aktion des Entscheidenden und eines Zustandes der Welt resultiert, und $u(x)$ seine Nutzenbewertung" H. Schneeweiss (1967) aaO. S. 61 f.
- 3) Da wir eine von unten konkave Nutzenfunktion, also Risikoaversion voraussetzen, ist $U''(\mu) < 0$.
- 4) Die nachstehende Nutzenfunktion stellt nur eine Approximation dar. Es ist deshalb genau genommen nur von "annähernd rationalem Verhalten" des Investors zu sprechen. In den folgenden Ausführungen wird aber auf diese Unterscheidung verzichtet und der Einfachheit halber die Ergänzung "annähernd" weggelassen.
- 5) Vgl. hierzu D. E. Farrar (1962) aaO. S. 21 f.

chung (2) ist die Zielfunktion, die wir den folgenden Überlegungen zugrundelegen.¹⁾

2.3. Formulierung eines Entscheidungsmodells

2.3.1. Grundsätzliche Überlegungen

Wir gehen im folgenden davon aus, daß der Entscheidungsträger bei der Auswahl von F&E Projekten im Sinne des Bernoulli-Prinzips rational handelt und bestrebt ist, Risiko zu vermeiden. Ein auf diese Weise charakterisierter Akteur (= Unternehmer) dürfte mit dem am häufigsten in der Realität anzutreffenden Typus identisch sein.²⁾ Da wir den Inventionsvorgang als Produktion des Gutes "neues technisches Wissen" betrachten, läßt sich diese Charakterisierung des Risikoverhaltens ohne Schwierigkeiten auf ein Unternehmen der E-Industrie übertragen. Die Unternehmen der E-Industrie werden als homogene Gruppe angesehen, was eine Verallgemeinerung der Zielfunktion ($\Psi = \mu - A\sigma_G^2$) für alle Unternehmen zur Folge hat.

Die Argumente der Zielfunktion (μ, σ^2), deren Werte für die Höhe des Nutzens verantwortlich sind, bedürfen noch einer näheren Erläuterung. Es ist zu betonen, daß der erwartete Ertrag μ , definiert als Differenz zwischen (zukünftigen) Erlösen und (zukünftigen)

1) Es wird demnach hier eine Eigenschaft des Präferenzfunktionals ausgenutzt, die es gestattet, einzelne Wahrscheinlichkeitsverteilungen (W) gemäß ihres Nutzens für das Individuum zu ordnen. Eine Eigenschaft, die auch dem Sicherheitsäquivalent Φ zukommt, da Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit hohem Φ solchen mit niedrigem Φ vorgezogen werden. Setzt man voraus, daß die Nutzenfunktion $U(x)$ monoton und stetig ist, so weist sie ein und nur ein Φ auf, so daß man

$$\Psi(W) = \Phi(W)$$

setzen kann (vgl. jedoch S.50; Fußnote 1).

2) Vgl. hierzu S.46; Fußnote 5.

Kosten, eine sehr komplexe Größe darstellt. Sowohl bei den Erlösen als auch bei den Kosten wirken zahlreiche Komponenten zusammen, die dann schließlich die Höhe der Erlöse und Kosten bestimmen. Genau genommen müßte deshalb für jede dieser Komponenten eine (subjektive) Wahrscheinlichkeitsverteilung aufgestellt und anschließend die gefundenen Verteilungen kombiniert werden. Dies würde jedoch zu schwierigen Verteilungsproblemen führen, die das Problem sehr komplizieren, die Grundgedanken aber nicht verändern würden. Voraussetzung für eine derartige differenzierte Analyse wäre außerdem eine fundierte Theorie über die Projektaufwendungen und -erlöse.¹⁾ Aus diesen Gründen wird von den erwarteten Erträgen als einer aggregierten Größe ausgegangen über deren Wahrscheinlichkeitsverteilung der Entscheidungsträger bestimmte, aus seiner Erfahrung abgeleitete Vorstellungen habe. Diese Vorgehensweise erscheint gerechtfertigt, da in den folgenden Ausführungen von den Auswirkungen einer Änderung in den Erwartungen auf das Ergebnis der Projektauswahl ausgegangen wird. Wie sich diese Erwartungen bilden, ist dabei nur von sekundärer Bedeutung. Damit werden die zentralen Fragen des folgenden Abschnitts angesprochen: Wirkt sich die Wettbewerbsintensität, die auf einem bestimmten Markt herrscht, auf die Auswahl der zur Diskussion stehenden Projekte aus und welche Auswirkungen kann sie haben? Wie kann die Wettbewerbsintensität in die Zielfunktion integriert werden? Voraussetzung für die Beantwortung der ersten Frage, ist die der zweiten. Zunächst soll jedoch eine Klassifizierung der Forschungsprojekte eingeführt werden, die den weiteren Ausführungen zugrundegelegt wird.

1) Ansätze zu einer derartigen Theorie finden sich bei K. Brockhoff (1969) aaO, S. 108 ff.

2.3.2. Klassifizierung der F&E Projekte nach Ertrag und Risiko

Es ist allgemein üblich, bei einer Klassifizierung der F&E Tätigkeit, von dem jeweils angestrebten Ergebnis auszugehen. So wird beispielsweise die Grundlagenforschung als "zweckfreie Forschung" betrachtet, die "nur" darauf abzielt, den Wissensstand zu vermehren, motiviert durch eine gewisse Neugier bzw. durch einen, dem Menschen inhärenten Forschungsdrang.¹⁾ Dagegen hat die Forschungstätigkeit im Rahmen der angewandten Forschung praktisch verwertbare Ergebnisse zum Ziel, deren Ausarbeitung und Anwendung dann in der Entwicklung erfolgt. Damit wurde die herkömmliche Aufteilung der F&E Tätigkeit bereits aufgezeigt, nämlich in Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Entwicklung.²⁾

Die Unterscheidung der drei Bereiche ist allerdings in der Praxis nicht so einfach und klar wie die oben angeführte Aneinanderreihung der Tätigkeiten vorgibt. Es kann durchaus der Fall eintreten, daß im Laufe eines Forschungsprogramms auf dem Gebiet der Grundlagenforschung Erfindungen gemacht werden, die praktisch zu verwerten sind. Diese Erfindungen würden jedoch nach der Klassifizierung unter die Rubrik "angewandte Forschung" zu subsumieren sein.³⁾ Ähnliche Schwierigkeiten treten naturgemäß auch zwischen den Bereichen "angewandte Forschung" und "Entwicklung" auf.

Trotz der angedeuteten Probleme halten wir für die theoretische

1) Vgl. etwa K. Brockhoff (1969) aaO. S. 8 f und die dort angegebene Literatur.

2) Hinsichtlich möglicher Kriterien zur Unterscheidung der hier angeführten Dreiteilung vgl. auch OECD, Allgemeine Richtlinien für statistische Übersichten in Forschung und Entwicklung, Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (Hrsg.), Essen, 1966, S. 23 und Anhang IX.

3) Das hier angesprochene Problem tritt vor allem dann auf, wenn empirische Untersuchungen durchgeführt werden, und statistisches Material aufgrund unklarer Abgrenzungen nicht oder kaum vorliegt. Vgl. hierzu K. Berthold (1968) aaO. S. 139 ff.

Analyse an der grundsätzlichen Einteilung in Projekte der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung und der Entwicklung fest. Zusätzlich soll jegliche Art der Forschungstätigkeit aus der Sicht des Unternehmens als zweckgerichtete Forschung verstanden werden, d. h. mit anderen Worten, daß jedes angestrebte Ergebnis als Output betrachtet wird, der für das Unternehmen einen pekuniären Ertrag bringen soll.¹⁾

Die Durchführung von Projekten der Grundlagenforschung ist für das E-Unternehmen mit hoher Unsicherheit verbunden. Sie schließt sowohl das technische als auch das Marktrisiko ein.²⁾ Während das hohe technische Risiko in der Grundlagenforschung keiner näheren Erläuterung bedarf, sind hinsichtlich des Marktrisikos einige Bemerkungen angebracht. Geht man davon aus, daß erfolgreiche Programme in der Grundlagenforschung zwar wichtige, aber schwer patentierbare Ergebnisse hervorbringen,³⁾ so deutet dies bereits die Schwierigkeiten an, die bei der Verwertung der Projekte durch das E-Unternehmen entstehen.⁴⁾ Entschließt sich das Unternehmen dazu, das aus der Grundlagenforschung erzielte Wissen nicht selbst

-
- 1) Diese Auffassung läßt sich auch hinsichtlich der Grundlagenforschung vertreten, denn ihre verwertbaren Ergebnisse können z. B. als Input für die angewandte Forschung interpretiert werden. Vgl. auch K. Arrow, *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, Rate and Direction of Inventive Activity* (1962) aaO. S. 618 und Fußnote 2 auf S. 39 dieser Arbeit.
 - 2) Ein anschauliches Beispiel für die Bedeutung dieser beiden Risikoarten bietet der Werdegang eines Produkts von DuPont. Das Unternehmen hatte ein Substitutionsprodukt für Leder ("Corfam") entwickelt und auf den Markt zu bringen versucht. Es zeigte sich, daß das Produkt nicht akzeptiert wurde, was die Einstellung der Produktion zur Folge hatte. Während demnach das technische Problem gelöst war, war das Marktrisiko offensichtlich falsch eingeschätzt worden.
 - 3) Vgl. dazu auch H. Hirsch, *Patentrecht und Wettbewerbsordnung*, WuW, Jg. 20, 1970, S. 101.
 - 4) Auf diese Probleme wird weiter unten ausführlicher eingegangen (vgl. S. 181 ff).

"weiterzuverarbeiten", sondern versucht es, dieses Wissen z.B. an andere Unternehmen zu veräußern, dann können hohe Kosten der "Nachfrageproduktion"¹⁾ bei der Überwindung der Marktwiderstände entstehen. Der Hauptgrund hierfür liegt in der Natur der Projekte der Grundlagenforschung: Das neue Wissen ist mit dem bestehenden in der Regel wenig kompatibel, so daß erst einmal ein gewisses Mißtrauen bei den potentiellen Erwerbern überwunden werden muß.

Andererseits kann der Inventor mit einem relativ hohen Ertrag rechnen.²⁾ Die Möglichkeit zur Erzielung eines höheren Ertrages als bei der Produktion im Bereich der angewandten Forschung ist deshalb gegeben, weil anzunehmen ist, daß die Zahl der Parallelforschungen auf diesem Gebiet wesentlich kleiner ist, als im Bereich der angewandten Forschung. Diese Annahme hat für das E-Unternehmen zur Folge, daß die Zahl der potentiellen Konkurrenten geringer sein wird, wenn das angestrebte Forschungsergebnis vorliegt. Es kann dann bei einer eventuellen Veräußerung ein höherer Preis erzielt werden, sofern Nachfrage vorhanden ist bzw. geschaffen werden kann. Zusammenfassend seien die Projekte der Grundlagenforschung als solche mit hohem Risiko aber auch hohen Ertragsaussichten charakterisiert.

Entsprechend hierzu verhält es sich mit Forschungsvorhaben der angewandten Forschung. Sie weisen schon deshalb ein geringeres technisches Risiko als die der Grundlagenforschung auf, da deren Ergebnisse zugrundegelegt werden können. Der Inventionsprozeß kann als Vorgang einer schrittweisen Informationsgewinnung inter-

1) Vgl. zu den Kosten der "Nachfrageproduktion" bei der Einführung eines neuen Produkts in den Markt E. Heuss, Allgemeine Markttheorie, Tübingen, 1965, S. 30.

2) Vgl. hierzu jedoch S. 235 ff dieser Arbeit.

pretiert werden, so daß im Bereich der angewandten Forschung demnach schon wesentliche Informationen vorliegen, auf deren Basis eine weitaus bessere Planung des Inventionsprozesses möglich ist, als in der Grundlagenforschung.¹⁾ Der zu erwartende Ertrag von Inventionen aus dem erstgenannten Bereich dürfte aber geringer sein als von Erfindungen auf dem Gebiet der Grundlagenforschung. Für diese Vermutung sind vor allem zwei Gründe zu nennen: Einmal stellen die Ergebnisse der Grundlagenforschung technisch gesehen "einen größeren Schritt nach vorn" dar und zum anderen wird wegen der weiter oben aufgestellten Prämisse der Risikoaversion der Unternehmer die Zahl der Anbieter von Substitutionsprodukten geringer sein.²⁾

Schließlich werden die Projekte des Entwicklungsbereichs bzw. der Weiterentwicklung ein noch geringeres Risiko und einen geringeren zu erwartenden Ertrag aufweisen als die der angewandten Forschung. Zu diesem Schluß gelangt man durch analoge Anwendung der angestellten Überlegungen in bezug auf die Anzahl der potentiellen Anbieter dieser Produkte und hinsichtlich der "technischen Reichweite."

Es wird nicht verkannt, daß eine derartige Charakterisierung der Projekte in den drei Forschungsbereichen eine Simplifizierung und Verallgemeinerung darstellt. Grundsätzlich dürfte sie jedoch der Realität nahekomen.³⁾

1) Zur Situation des Erfinders schreibt Nelson: "The greater his knowledge of the relevant fields, the more likely he will be eventually to find a satisfactory path, and the fewer the expected number of tried alternatives before a satisfactory one is found." R. R. Nelson, *The Simple Economics of Basic Scientific Research*, JPE, Vol. LXVII, 1959, S. 300.

2) Vgl. hierzu S. 74 ff dieser Arbeit.

3) So unterteilt Kidd die einzelnen Bereiche der Forschung mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsgrades für das Eintreffen bestimmter Ergebnisse. Vgl. C. V. Kidd, *Basic Research - Description versus Definition*, Science, Vol. CXXIX, 1959, S. 370.

Als Ergebnis der Ausführungen zu den drei Bereichen der F&E Tätigkeit sei festgehalten: Der Unsicherheitsgrad einer Schätzung der voraussichtlichen Kosten und Erträge verschiedener Projekte nimmt bei der Bewegung von dem einen Rand des Spektrums, den Projekten des Entwicklungsbereichs, bis zu seinem anderen Rand, den Projekten der Grundlagenforschung, ständig zu.¹⁾ Jedoch kann angenommen werden, daß mit dem Unsicherheitsgrad auch die Höhe der potentiellen Gewinne zunimmt; also hohe zukünftige Erträge mit hoher Unsicherheit und relativ niedrige zukünftige Erträge mit verhältnismäßig niedrigerer Unsicherheit verbunden sind.²⁾

-
- 1) Die Behauptung, daß mit "zunehmender Reichweite" der Projekte die mit ihnen verbundenen Risiken steigen, wird durch Beobachtungen von Marshall und Meckling erhärtet: "For systems incorporating many new ideas and major improvements in performance the error (der Schätzung der voraussichtlichen Entwicklungszeit und der Kosten; Anm. d. Verf.) tends to be larger than for less ambitious projects." A. W. Marshall and W. H. Meckling, Predictability of the Costs, Time, and Success of Development. In: Rate and Direction of Inventive Activity (1962) aaO. S. 475 und Tab. 3, S. 472.
 - 2) Dieser Aussage ist eine weitere Überlegung hinzuzufügen: Wie weiter unten gezeigt wird (vgl. S. 74 ff), werden im Laufe des Entscheidungsprozesses bei der Auswahl von F&E Projekten diejenigen Projekte, die z. B. eine hohe Unsicherheit mit relativ niedrigen zukünftigen Erträgen verbinden, als nichteffiziente Projekte ausgeschlossen. Damit bezieht sich obige Aussage streng genommen nur auf die "effizienten Projekte bzw. Projektportefeuilles" (zum Begriff des "effizienten Projekts bzw. Projektportefeuilles" vgl. S. 67 f dieser Arbeit).

2.3.3. Integration der Wettbewerbsintensität in die Zielfunktion

2.3.3.1. Beziehungen zwischen Umwelt und Entlastungsgrad

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist die Annahme, daß das Verhalten eines Entscheidungsträgers von der Konstellation der ihn umgebenden Umwelt stark beeinflußt wird. In Anlehnung an Gäfgen soll dabei unter Umwelt derjenige Kranz von Bedingungen verstanden werden, der abgrenzt, welche Handlungsmöglichkeiten der Akteur hat.¹⁾ Es liegt auf der Hand, daß sich ein Unternehmen in seinen Handlungen an den Gegebenheiten seiner relevanten Umgebung zu orientieren hat, um sich an diese anzupassen, bzw. sie für seine spezifischen Zwecke auszunützen. Damit stellt die Beschaffenheit der in diesem Sinne verstandenen Umwelt, in der die Unternehmen operieren, einen entscheidenden Bestimmungsfaktor für ihre Leistung dar.²⁾

Naturgemäß ist das Bild, das sich der Akteur von der ihn umgebenden Situation macht, immer subjektspezifisch, d. h. es umfaßt nur den Umweltausschnitt, der ihm - gemäß seinem Wertsystem - relevant erscheint.³⁾ Nach einer Analyse der relevanten Umweltsituation liegen dem Akteur verschiedene Handlungsalternativen (= Aktivitäten) vor, aus denen er unter Berücksichtigung der ihm vorgegebenen Restriktionen aufgrund seines Wertsystems und der damit verbundenen Entscheidungsmaxime eine bestimmte Aktivität (bzw. eine bestimmte Kombination von Aktivitäten) auswählen wird. Übertragen auf unser Problem bedeutet dies: Dem Entscheidungsträger sind eine

1) Vgl. G. Gäfgen (1968) aaO. S. 95;

2) Vgl. hierzu E. Kaufer, Marktform und Wirtschaftswachstum, Discussion, Paper, 1970, S. 13.

3) Vgl. G. Gäfgen (1968) aaO. S. 95.

Anzahl von potentiellen F&E Projekten zur Auswahl gegeben (wobei wir von unvollkommener Information ausgehen), unter denen er auf der Basis des definierten Rationalverhaltens im Sinne des Bernoulli-Prinzips und der oben beschriebenen Nutzenfunktion bestimmte Projekte auswählen wird.

Implizit ist dabei ein bestimmtes Risikoverhalten des Aktors unterstellt, das in engem Zusammenhang mit der jeweiligen Umweltsituation zu sehen ist. Um diesen Zusammenhang zu beschreiben, wird auf das sogenannte "Entlastungsprinzip" Gehlen's zurückgegriffen.¹⁾ Bei der Ableitung des Entlastungsprinzips geht Gehlen von der These aus, daß das "Überleben" des Menschen die höchste rational einsichtige und deshalb zentral handlungsrelevante Leistung sei.²⁾ Von dieser Aufgabe her wird das Handeln des Menschen bestimmt, indem es unmittelbar auf das genannte Ziel ausgerichtet ist.

In dem Maße, in dem der Mensch lernt, sein Überleben zu sichern, werden seine Handlungen zunehmend indirekter Natur. Dadurch wird es möglich, die Auswahl sowohl der Handlungsziele als auch der Handlungen selbst, weitgehend vom Überlebens-Kriterium zu trennen.³⁾ Erst die Entlastung von der ursprünglichen Aufgabe des unmittelbaren Kampfes um das Überleben, versetzt den Menschen in die Lage, seine Aktivitäten auch auf andere Ziele auszurichten

1) Vgl. hierzu A. Gehlen, *Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt*, 7. Aufl., Frankfurt/M., 1962, S. 62 ff und derselbe, *Urmensch und Spätkultur*, Frankfurt/M., 1964, S. 7 ff.

2) Vgl. A. Gehlen (1962) aaO. S. 63 und F. Jonas, *Die Institutionenlehre* Arnold Gehlens, Tübingen, 1966, S. 26.

3) Vgl. A. Gehlen (1962) aaO. S. 64 und W. Pfeiffer, *Allgemeine Theorie der technischen Entwicklung als Grundlage einer Planung und Prognose des technischen Fortschritts*, Göttingen, 1971, S. 49.

und in diesem Sinne schöpferisch tätig zu werden.¹⁾²⁾

Überträgt man diese Aussagen Gehlen's auf den Entscheidungsprozeß eines Unternehmens im F&E Bereich, so ist der Spielraum für neue Motivationen dann eingeengt, wenn der Überlebensdruck das vorherrschende Element bei der Entscheidungsfindung sowohl hinsichtlich der Zielsetzung als auch der Handlungsalternativen ist. Analoges gilt für den umgekehrten Fall.

Der Grad der Schwierigkeit für ein Unternehmen, sich im Markt zu behaupten, also zu "überleben", hängt weitgehend von der Intensität des dort herrschenden Wettbewerbs ab. Es soll deshalb im folgenden aus den Umweltfaktoren die Wettbewerbsintensität isoliert und näher analysiert werden. Unter Wettbewerbsintensität sei das Ausmaß der Interdependenzen zwischen den Marktteilnehmern verstanden. Berühren beispielsweise die Handlungen eines Unternehmens unmittelbar die Interessen eines oder mehrerer anderer Unternehmen, so wird von hoher Wettbewerbsintensität und damit niedrigem Entlastungsgrad gesprochen und vice versa.

In Anbetracht der Tatsache, daß Invention und Innovation dynamische Abläufe darstellen, wird der Wettbewerb als ein Anpassungsprozeß

1) Gehlen drückt diesen Sachverhalt wie folgt aus: "Zwischen die Handlung und deren Ziel werden Mittelglieder eingeschoben, die ihrerseits Gegenstand eines abgeleiteten und umwegigen Interesses werden, und nicht dem zufälligen Gebrauch eines vor Augen liegenden Werkzeugs für nächste Zwecke, sondern die Herstellung eines Werkzeugs für einen fernen Zweck halten wir für menschliches Tun." A. Gehlen (1962) aaO. S. 64.

2) Die Bedeutung des "Entlastungsprinzips" für die Gewinnung von Naturkenntnissen bzw. Informationen wurde durch Ergebnisse der Verhaltensforschung empirisch untermauert. Vgl. etwa K. Lorenz, Psychologie und Stammesgeschichte, In: Vom Weltbild des Verhaltensforschers, K. Lorenz (Hrsg.), München, 1968, S. 74 ff.

interpretiert, in dessen Rahmen sich die einzelnen Unternehmen mit der sich ständig verändernden Umwelt auseinanderzusetzen haben. Der Wettbewerb stellt sich also nicht im neoklassischen Sinne als "state of affairs", sondern im klassischen Sinne als "guiding force" dar.¹⁾

Der Zusammenhang zwischen dem Risikoverhalten des Entscheidungsträgers und der ihn umgebenden Umweltkonstellation bzw. der daraus isolierten Wettbewerbsintensität, kann bei der Auswahl von F&E Projekten dazu führen, daß bei hoher Wettbewerbsintensität also niedrigem Entlastungsgrad, risikoärmere Projekte risikoreicheren Projekten vorgezogen werden. Entsprechendes gilt für den Fall niedriger Wettbewerbsintensität, d. h. hohem Entlastungsgrad.

Die Begriffe Umwelt, Wertsystem und Entscheidungsmaxime sind demnach nicht unabhängig voneinander zu sehen, sondern stehen in einem engen Verhältnis zueinander. Bei Veränderung der Umweltkonstellation, insbesondere der Intensität des Wettbewerbs, können Rückwirkungen auf das Wertsystem des Entscheidungsträgers (in unserem Falle auf das Risikoverhalten) auftreten, die dann unter Beibehaltung der Entscheidungsmaxime zu unterschiedlichen Allokationsentscheidungen im F&E Bereich führen. Die verschiedenen Möglichkeiten, die dabei denkbar sind, und vor allem die formale Einbeziehung dieser Gedankengänge in den Entscheidungsprozeß bei der Auswahl von F&E Projekten, sind Gegenstand des folgenden Abschnitts.

1) Vgl. hierzu P. J. McNulty, *Economic Theory and the Meaning of Competition*, QJE, Vol. LXXXI, 1968, S. 639 ff.

2.3.3.2. Entlastungsgrad und Risikoaversionskoeffizient

Das Verhalten eines potentiellen Investors gegenüber den Risiken verschiedener Projekte, drückt sich im Wert des Risikoaversionskoeffizienten A aus. Dieser wurde weiter oben als $A = -\frac{U''(\mu)}{2}$ definiert.¹⁾ Nach den Ergebnissen des vorangegangenen Abschnitts kann der Wert von A bei einer Änderung des Entlastungsgrads variieren, wobei eine jeweils in entgegengesetzter Richtung verlaufende Bewegung beider Größen anzunehmen ist. Steigt der Entlastungsgrad, so nimmt A ab und umgekehrt.

Bezieht man die Nutzenfunktion ($\psi = \mu - A\sigma^2$) in die Betrachtung ein, so hat die Variation von A jeweils verschiedene Steigungen der durch die Nutzenfunktion implizierten Indifferenzkurven des Entscheidungsträgers im Nutzenoptimum zur Folge. Die Steigung der Indifferenzkurve im Nutzenoptimum hat den Wert $\frac{1}{A}$ bzw. $-\frac{2}{U''(\mu)}$.²⁾

Dies bedeutet, daß die Indifferenzkurven umso flacher verlaufen, je höher der Wert von A ist. So ist der Risikoaversionskoeffizient der Indifferenzkurven $I_{11}, I_{12}, \dots$ in Abb. 4³⁾ größer als der von $I_{21}, I_{22}, \dots$, der wiederum größer als derjenige von $I_{31}, I_{32}, \dots$ ist.

Durch den Zusammenhang zwischen Entlastungsgrad und Risikoaversionskoeffizient ist es möglich, die Auswirkungen der Intensität des Wettbewerbs auf die Projektauswahl indirekt in die Nutzenfunktion zu integrieren. Graphisch kann dies durch die Einbeziehung einer "Projektmöglichkeitskurve" (SS_1)⁴⁾ in die Überlegungen gezeigt werden.

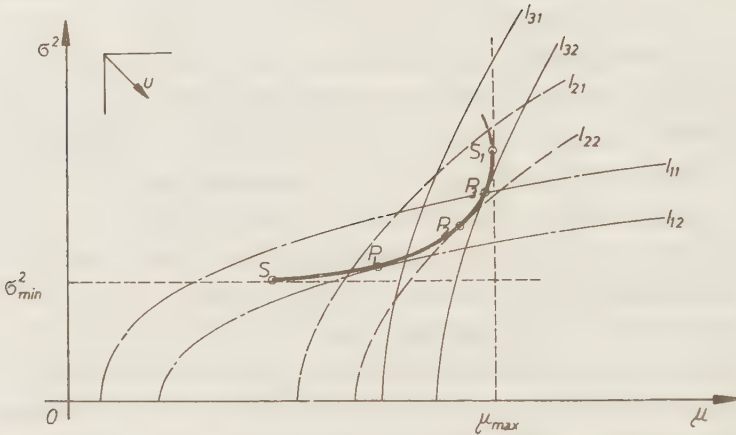
1) Vgl. S. 55 dieser Arbeit.

2) Vgl. hierzu Appendix A, S. 256 f.

4) Die "Projektmöglichkeitskurve" stellt die unter bestimmten Restriktionen (vgl. dazu S. 71 f) erreichbaren Projektportefeuilles dar, die in dem Sinne effizient sind, als sie bei gegebenem erwarteten Risiko den maximalen Ertrag (bzw. bei gegebenem erwarteten Ertrag das minimale Risiko) aufweisen. Zur Ableitung der Projektmöglichkeitskurve vgl. S. 82, Abb. 9 und Appendix A, S. 255 ff.

3)  deutet die Richtung zunehmenden Nutzens an.

Abb. 4:



Aus Abb. 4 ist ersichtlich, daß die jeweiligen Nutzenoptima P_1 , P_2 und P_3 verschiedene Werte hinsichtlich des erwarteten Ertrags und des erwarteten Risikos annehmen.¹⁾ So zeugt z. B. die Wahl von P_1 von einer größeren Risikoaversion als die Wahl von P_2 . Übertragen auf die Auswahl eines "Projektportefeuilles" müßte man demgemäß P_2 als eine Kombination interpretieren, in der die Projekte des Bereichs "Entwicklung" über die des Bereichs "Grundlagenforschung" dominieren. Entsprechend ist die Bedeutung von P_3 auszulegen. Hier ist der Risikoaversionskoeffizient wesentlich kleiner, d. h. nach unserer Interpretation, daß der Anteil der Projekte der Grundlagenforschung relativ größer ist als im Falle von P_1 .

Als Basis für die weiteren Ausführungen ergibt sich aus diesen Überlegungen: Das Verhalten der E-Unternehmen bei der Auswahl von F&E Projekten wird von der Wettbewerbsintensität auf den für die

1) Alle Portefeuilles innerhalb des schraffierten Bereichs können ex definitione nicht effizient sein, da z. B. bei konstantem Risiko ein höherer Ertrag erreicht werden kann, bis man auf der Grenze des schraffierten Bereichs angekommen ist.

Unternehmen relevanten Märkten beeinflusst.¹⁾²⁾ Die Intensität des Wettbewerbs kann auch als Entlastungsgrad in bezug auf den "Überlebenskampf" der Unternehmen interpretiert werden. Bei geringem Entlastungsgrad (d. h. hoher Wettbewerbsintensität) ist der Anteil der Projekte der Grundlagenforschung am Gesamtprogramm relativ gering, derjenige der beiden Bereiche "angewandte Forschung" und "Entwicklung" entsprechend größer. Mit zunehmendem Entlastungsgrad steigt der Anteil der Grundlagenforschung am Gesamtbudget für F&E tendenziell. Dieser Sachverhalt kann auch in einer vereinfachenden Hypothese ausgedrückt werden: Je geringer der Entlastungsgrad der E-Unternehmen ist, desto weniger weitreichende Projekte werden in Angriff genommen und vice versa.

2.3.4. Mathematische Formulierung des Modells

2.3.4.1. Allgemeine Form

Das mathematische Modell für die Projektauswahl soll erst in seiner allgemeinen Form und anschließend für den Fall des Vorliegens dreier Projekte gezeigt werden.³⁾ Voraussetzung für die Notwendigkeit einer Auswahl ist natürlich, daß mehr potentielle Projekte vorhanden sind, als dem E-Unternehmen finanzielle und tech-

-
- 1) Im Zusammenhang mit diesem Problem stellt Brandenburg aufgrund einer empirischen Untersuchung fest, daß die Kriterien, Mindestanforderungen und Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von F&E Projekten durch ein Unternehmen nicht fest vorgegeben sind, sondern von den jeweiligen Problemen und der Geschäftslage des Unternehmens abhängen. Vgl. R. G. Brandenburg, Project Selection in Industrial R&D: Problems and Decision Process, in: Research Program Effectiveness, M. C. Yovits a. o. (eds.), New York, 1966, S. 13 ff (bes. S. 20 ff).
 - 2) Es sei betont, daß damit noch nichts über die Wettbewerbsverhältnisse auf den Märkten der A-Industrie ausgesagt wird.
 - 3) Das dargestellte Modell entspricht in seinen Grundzügen dem Modell der Portfolio-Selection von H. Markowitz (1970) aaO. S. 171 ff.

nische Mittel zu ihrer Realisierung zur Verfügung stehen,

Ein Portfeuille X von potentiellen Forschungsprojekten setzt sich aus den einzelnen Projekten x_i (wobei $\sum_{i=1}^n x_i = 1$) zusammen, also

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

Die Elemente des Spaltenvektors x_i stellen die Anteile dar, die in das i-te Projekt investiert werden. Der erwartete Ertrag G berechnet sich nach der Formel

$$G = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \quad \text{bzw.} \\ G = (x_1, x_2, \dots, x_n) \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{pmatrix} = X' Y, \quad \text{wobei } Y = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{pmatrix}$$

d.h. der erwartete Ertrag G eines Portefeulles ergibt sich als inneres Produkt aus dem Zeilenvektor der Anteile x_i der verschiedenen Projekte und dem Spaltenvektor der jeweiligen erwarteten Erträge μ_i .

Als Maß für das Risiko des Portfeuillees wird die Varianz herangezogen:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

(σ_{ij} = Kovarianz zwischen dem i-ten und dem j-ten Projekt) bzw. in Matritzenschreibweise:

1) X' ist der transponierte Vektor von X.

$$V = \underbrace{(x_1, x_2, \dots, x_n)}_{X'} \underbrace{\begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{pmatrix}}_C \underbrace{\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}}_X \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, n \\ j = 1, \dots, n \end{matrix}$$

oder

$$V = X' C X$$

Ziehen wir nun wieder die Zielfunktion $\Psi = \mu - A \sigma_G^2$ hinzu und setzen für $\mu = G = X' Y$ und $\sigma_G^2 = V = X' C X$, so erhalten wir

$$\Psi = X' Y - A(X' C X)$$

Das Präferenzfunktional Ψ , d. h. die Zielfunktion soll maximiert werden, also:

$$\Psi = \Psi_{\max}$$

Dabei ist jedoch (je nach dem gestellten Problem) eine bestimmte Anzahl von Nebenbedingungen zu beachten. Als erste sei die Nicht-Negativitätsbedingung erwähnt

$$x_i \geq 0 \quad \text{für alle } i;$$

d. h. es kann in ein Forschungsprojekt investiert werden oder auch nicht, im ersten Fall ist $x_i > 0$, im zweiten $x_i = 0$.¹⁾ Neben der Nicht-Negativitätsbedingung kann eine beliebige Anzahl zusätzlicher Nebenbedingungen in das Maximierungskalkül eingeführt werden; allgemein formuliert lauten sie:²⁾

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ \vdots & \vdots \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned}$$

1) Wegen $\sum x_i = 1$ muß jedoch für mindestens ein i $x_i > 0$ sein. Der Fall $x_i < 0$ ist ökonomisch irrelevant.

2) Durch die Nebenbedingungen b_m können bestimmte, unternehmensspezifische Restriktionen (z. B. Produktionsengpässe, Planzahlen etc.) berücksichtigt werden.

bzw. in Matrizenschreibweise:

$$\underbrace{\begin{pmatrix} a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n} \\ a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n} \\ \vdots \\ a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn} \end{pmatrix}}_N \underbrace{\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}}_X = \underbrace{\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}}_b$$

oder $NX = b$.

Im Standardfall ist $m = 1$,¹⁾ so daß gilt

$$a_{11} = a_{12} = a_{13} = \dots = a_{1n} = 1.$$

Es tritt also neben die Nicht-Negativitätsbedingung $x_i \geq 0$ nur die

Restriktion $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ ²⁾

Damit wird verlangt, daß die vorhandenen Ressourcen vollständig investiert werden. Die Integration der dargestellten Nebenbedingungen in die Zielfunktion erfolgt mit Hilfe von Lagrange-schen Multiplikatoren.

Die Maximierung des erwarteten Nutzens stellt ein Problem der quadratischen Programmierung dar.³⁾ Das Maximierungskalkül kann auf zwei Arten gelöst werden:

1) Das Risiko wird unter bestimmten Nebenbedingungen minimiert, d. h.

$$V = V_{\min}$$

1) Vgl. auch H. Markowitz (1970) aaO. S. 171.

2) Diese Nebenbedingung könnte auch als Ungleichung formuliert werden, um dem Fall Rechnung zu tragen, daß es vorteilhaft sein könnte, nicht die gesamten zur Verfügung stehenden Mittel für die zur Diskussion stehenden Forschungsprojekte zu verwenden. Durch die Einführung einer "Schlupfvariablen" kann jedoch auch die dann vorliegende Ungleichung in eine Gleichung umgewandelt werden.

3) Vgl. z. B. H. Markowitz, The Optimization of a Quadratic Function Subject to Linear Constraints, Naval Research Logistics Quarterly, 1956, S. 11 ff; H. P. Künzi und W. Krelle, Nichtlineare Programmierung, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962 (dort werden die bis dahin entwickelten Verfahren beschrieben und verglichen) und R. J. Thierauf and R. A. Grosse, Decision Making Through Operations Research, New York, 1970, S. 346 ff.

Wichtigste Nebenbedingung ist dabei, daß ein gewisser erwarteter Ertrag nicht unterschritten wird

$$(a) \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \geq G$$

Ferner treten die bereits bekannten Bedingungen (b) $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ und (c) $x_i \geq 0$ auf. Für verschiedene Werte von G kann das System gelöst werden und dann aus der Menge der effizienten Portefeuilles das optimale in bezug auf das Verhältnis von Risiko und erwartetem Ertrag ausgewählt werden.¹⁾

2) Die Zielfunktion $\psi = \mu - A\sigma^2$ wird maximiert. Bei dieser Berechnung fällt die Nebenbedingung (a) weg und es verbleiben lediglich (b) und (c).²⁾ Die mathematische Formulierung lautet demnach:

$$\psi = \psi_{\max}$$

unter den Nebendedingungen

$$x_i = 1 \text{ und } x_i \geq 0,$$

Der Bereich der effizienten Portefeuilles ergibt sich durch Variation des Risikoaversionskoeffizienten.³⁾

Im folgenden wird von dem zweiten Lösungsweg ausgegangen, zum einem, weil er eine Nebenbedingung weniger erfordert, zum anderen, weil sich die effizienten Portefeuilles durch Variation von

-
- 1) Dieses Verfahren wird z. B. von Müller zur Berechnung optimaler Portefeuilles von Aktien verwendet, Vgl. H. Müller, Portfolio Selection als Entscheidungsmodell deutscher Investmentgesellschaften, Wiesbaden, 1970, S. 50 ff.
 - 2) Ein Beispiel für diese Verfahrensweise sind die Berechnungen von Farrar zur Ermittlung des Risikoaversionskoeffizienten A . Vgl. D. E. Farrar (1962) aaO. S. 27 ff.
 - 3) Selbstverständlich kann auch bei der zweiten Lösungsmethode eine untere Grenze für den erwarteten Ertrag berücksichtigt werden. Allerdings ist dann der Vorteil von nur zwei Nebenbedingungen wieder verloren.

A ergeben, was der Fragestellung im vorangegangenen Abschnitt entgegenkommt.¹⁾

2.3.4.2. Modell mit drei Forschungsprojekten

Dem Modell mit drei Forschungsprojekten werden folgende Prämissen vorangestellt:²⁾

- 1) Die eingesetzten Produktionsfaktoren sind vollständig teilbar;
- 2) das betrachtete E-Unternehmen ist grundsätzlich in der Lage, in allen drei Forschungsbereichen tätig zu werden;
- 3) die zukünftigen Erträge stellen normalverteilte Zufallsvariable dar;³⁾
- 4) die Planung erfolgt für eine Periode;
- 5) es liegt eine quadratische Nutzenfunktion vor, die von unten konkav verläuft.

Der Anteil der Projekte aus der "angewandten Forschung" beträgt x_1 (mit μ_1, σ_1^2), der der "Grundlagenforschung" x_2 (mit μ_2, σ_2^2) und der der "Entwicklung" x_3 (mit μ_3, σ_3^2). Dabei soll gelten:

$$\begin{aligned} \mu_2 > \mu_1 > \mu_3 \quad \text{und} \\ \sigma_2^2 > \sigma_1^2 > \sigma_3^2 \end{aligned} \quad 4)$$

1) Bei der Wahl des unter 2) genannten Maximierungskalküls wird somit nicht nur die Entscheidung für eine bestimmte Nutzenfunktion nötig, sondern auch die Aussage über das Risikoverhalten (verkörpert durch A) des Entscheidungsträgers unumgänglich.

2) Vgl. zur ausführlicheren Behandlung der folgenden Prämissen den Exkurs, S. 107 ff.

3) Die Normalverteilung wird durch $p(x) = \frac{1}{a\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-b)^2}{2a^2}\right]$

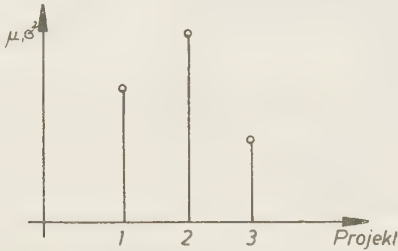
(wobei a und b konstante Größen sind und p(x) die Häufigkeitsdichte ist) gegeben. Ihre Verteilungsfunktion hat die Form einer S-Kurve und lautet:

$$F(x) = \int p(t)dt = \frac{1}{a\sqrt{2\pi}} \int \exp\left[-\frac{(t-b)^2}{2a^2}\right] dt.$$

4) Für die benötigte Arbeitszeit an den Projekten wird $t_2 > t_1 > t_3$ angenommen.

Der angenommene Sachverhalt wird in Abb. 5 graphisch dargestellt.

Abb. 5:

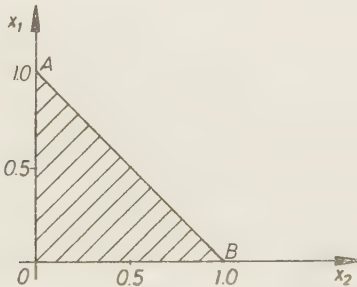


Als Nebenbedingungen müssen

- (1) (a) $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ und
(b) $x_{1,2,3} \geq 0$

erfüllt sein. Daraus folgt eine bestimmte Eingrenzung der zulässigen Projektkombinationen, wie sie in Abb. 6 verdeutlicht wird.

Abb. 6:



Das Dreieck OAB stellt den Bereich der zulässigen Kombinationen von x_1, x_2, x_3 dar. Alle Portefeuilles außerhalb von OAB verletzen zumindest eine der beiden Nebenbedingungen. In Punkt O besteht das Portefeuille z. B. nur aus dem Projekt 3 ($x_3 = 1$), auf der Ver-

bindungslinie AB dagegen ist $x_3 = 0$.¹⁾ Die Punkte innerhalb von OAB beinhalten Kombinationen aller drei Projekte. Es gilt demnach:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

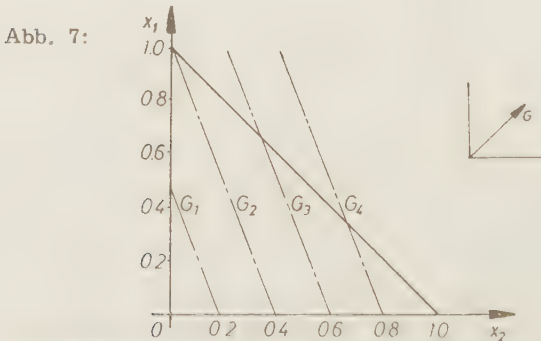
Der erwartete Ertrag des Portefeuilles beträgt:

$$(2) \quad G = (x_1, x_2, x_3) \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \end{pmatrix} = \sum_{i=1}^3 x_i \mu_i$$

oder ausführlich

$$\begin{aligned} G &= x_1 \mu_1 + x_2 \mu_2 + x_3 \mu_3 \quad \text{bzw. wegen 1 (a)} \\ G &= x_1 \mu_1 + x_2 \mu_2 + (1 - x_1 - x_2) \mu_3 \quad \text{oder} \\ (2a) \quad G &= x_1 (\mu_1 - \mu_3) + x_2 (\mu_2 - \mu_3) + \mu_3 (\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3) \end{aligned}$$

Aus diesem Ausdruck für G können sogenannte "Isoertragskurven"²⁾ abgeleitet werden, indem G bei konstanten Werten von μ_i variiert wird. Die sich ergebenden Isoertragskurven lassen sich wie folgt abbilden:³⁾



1) Algebraisch lassen sich diese Aussagen aus der Nebenbedingung 1a (S. 75) ableiten: In Punkt O gilt: $x_3 = 1$ (da $x_{1,2} = 0$); auf AB dagegen: $x_3 = 0$ (da $x_3 = 1 - x_1 - x_2 = 0$). In der graphischen Darstellung kann man sich die x_3 - Projekte als dritte Dimension eines 3-dimensionalen Koordinatensystems vorstellen. Alle Projektkombinationen mit $x_{1,2,3} > 0$ werden dann auf die x_1/x_2 - Ebene projiziert.

2) Vgl. H. Markowitz (1970) aaO. S. 133. Er spricht von "iso-mean lines".

3) Vgl. zur Berechnung der Isoertragskurven Appendix A, S. 255.

Als Maß für das Risiko eines Portefeuilles dient die Varianz.

Sie hat für den 3-Projekt-Fall folgendes Aussehen:

$$(3) \quad V = (x_1, x_2, x_3) \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{vmatrix}$$

Nach dem Ausmultiplizieren dieses Ausdrucks ergibt sich:

$$(3a) \quad V = x_1^2 \sigma_{11} + x_2^2 \sigma_{22} + x_3^2 \sigma_{33} + 2x_1 x_2 \sigma_{12} + 2x_1 x_3 \sigma_{13} + 2x_2 x_3 \sigma_{23}$$

Unter Berücksichtigung von 1(a) und nach einigen Umformungen erhält man:

$$(3b) \quad V = x_1^2 (\sigma_{11} - 2\sigma_{31} + \sigma_{33}) + x_2^2 (\sigma_{22} - 2\sigma_{23} + \sigma_{33}) + 2x_1 x_2 (\sigma_{12} - \sigma_{13} - \sigma_{23} + \sigma_{33}) + 2x_1 (\sigma_{13} - \sigma_{33}) + 2x_2 (\sigma_{23} - \sigma_{33}) + \sigma_{33}$$

Setzt man für:¹⁾

$$\sigma_{11} - 2\sigma_{31} + \sigma_{33} = A$$

$$\sigma_{22} - 2\sigma_{23} + \sigma_{33} = B$$

$$2(\sigma_{12} - \sigma_{13} - \sigma_{23} + \sigma_{33}) = C$$

$$2(\sigma_{13} - \sigma_{33}) = D$$

$$2(\sigma_{23} - \sigma_{33}) = E$$

$$\text{und} \quad \sigma_{33} = F,$$

so liegt folgende Gleichung vor:

$$(4) \quad V = Ax_1^2 + Bx_2^2 + Cx_1x_2 + Dx_1 + Ex_2 + F$$

Für die Invarianten Δ und δ dieser Kegelschnittgleichung gilt:
 $\Delta \neq 0$ und $\delta > 0$.²⁾³⁾ Dabei werden Δ und δ wie folgt gebildet:

$$\Delta = \begin{vmatrix} ACD \\ CBE \\ DEF \end{vmatrix} \quad \text{und} \quad \delta = \begin{vmatrix} AC \\ CB \end{vmatrix}$$

1) Vgl. zu dieser Vorgehensweise auch H. Hielscher (1969) aaO. S. 242.

2) Vgl. zur Diskussion der Gleichung I. N. Bronstein/K. A. Semendjajew (1969) aaO. S. 182 ff.

3) Diese Bedingungen sind nur in Extremfällen nicht erfüllt, nämlich dann, wenn $B = 0$, oder $A = 0$ bzw. die Zufallsvariablen einen Korrelationskoeffizienten von ± 1 aufweisen. Vgl. H. Markowitz (1970) aaO. S. 137.

Aufgrund von $\Delta \neq 0$ und $\delta > 0$ ergibt sich, daß die sogenannten "Iso-Varianzkurven" durch Ellipsen dargestellt werden, deren Halbachsen mit zunehmender Varianz höhere Werte erreichen, in Form und Lage jedoch gleich bleiben. In Abb. 8 wird ein solches System von Iso-Varianzkurven gezeigt, dem folgende Annahmen zugrundeliegen:

- (a) $\sigma_2 > \sigma_1 > \sigma_3$, also auch ¹⁾
 (b) $\sigma_{22} > \sigma_{11} > \sigma_{33}$ und $\sigma_{12} > \sigma_{31} > \sigma_{23}$

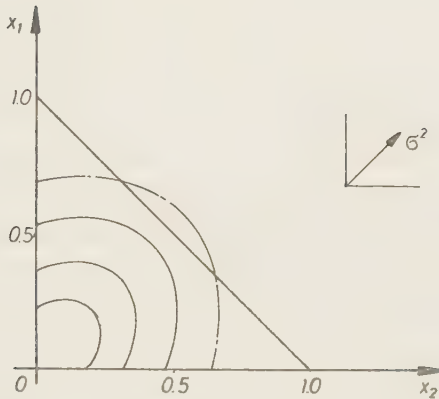
Annahme (a) bedarf keiner näheren Erläuterung, da sie sich aus dem bereits geschilderten Verhältnis der Risiken der Projekte x_1, x_2 und x_3 ergibt. Annahme (b) wird wie folgt begründet: Die Korrelation zwischen den Zufallsvariablen, d. h. den erwarteten Erträgen von x_2 und denjenigen von x_3 dürfte relativ gering sein, denn die beiden "Stufen" liegen zu weit auseinander und haben deshalb wenig Gemeinsamkeiten in der Entwicklung. Die Korrelation zwischen den erwarteten Erträgen von x_1 und denen von x_2 dagegen wird wahrscheinlich größer sein, da die Ergebnisse von x_2 als Voraussetzung für x_1 betrachtet werden können. Ebenso kann man bei der Diskussion der Korrelation zwischen den Erträgen der Projekte der angewandten Forschung und denjenigen der Entwicklung argumentieren, jedoch dürfte sie wiederum geringer sein als σ_{12} , weil die Zahl der Projekte der Grundlagenforschung im allgemeinen relativ geringer ist als die Zahl der Projekte der angewandten Forschung.

Nach diesen Überlegungen sind wir in der Lage, verschiedene Iso-Varianzkurven in ein x_1/x_2 -Koordinatenschema einzutragen, was folgendes Bild ergibt: ²⁾

1) σ_{11} beinhaltet z. B. die Varianz von G_{x_1} , wenn $i = j$, d. h. wenn die Kovarianzmatrix C quadratisch ist.

2) Vgl. zur Berechnung der Iso-Varianzkurven Appendix A, S. 256.

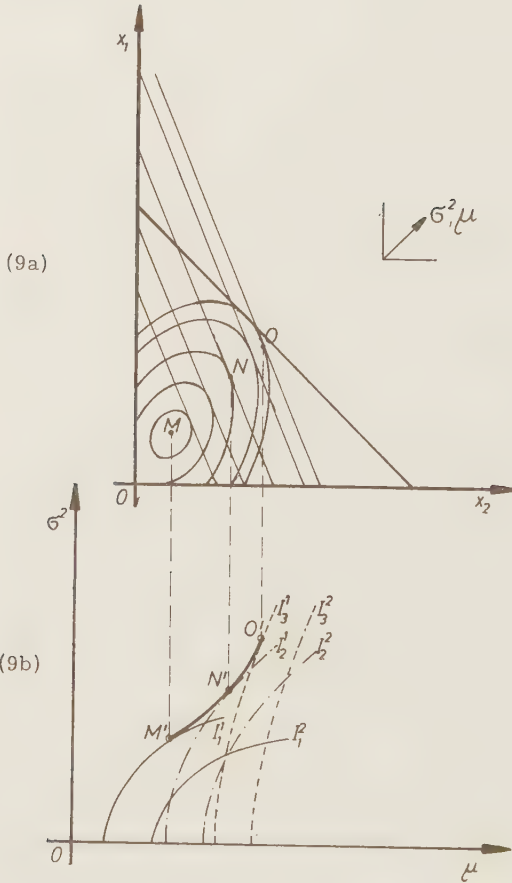
Abb. 8:



Aus der Kombination der Abb. 7 und 8 lassen sich die effizienten Kombinationen von Forschungsprojekten ableiten, die als Gesamtheit eine "Projektmöglichkeitskurve" ergeben. Führt man zusätzlich Nutzenfunktionen mit unterschiedlichen Risikoaversionskoeffizienten ein, so erhält man aus der Verbindung beider Kurven die optimale Projektkombination für ein bestimmtes E-Unternehmen.¹⁾ Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die beschriebenen Vorgänge in zwei Darstellungen aufgezeigt.

1) Die algebraische Ableitung effizienter und optimaler Projektkombinationen findet sich in Appendix A, S. 256.

Abb. 9:



Punkt M in Abb. 9a symbolisiert die Projektkombination, die das geringste Risiko aufweist, alle anderen Kombinationen haben eine größere Varianz. Die Punkte M, N und O stellen demnach solche Kombinationen dar, die insofern effizient sind, als bei einem bestimmten Ertrag das Risiko im Tangentialpunkt von Iso-Ertrags- und Iso-Varianzkurve minimiert wird. Überträgt man die Punkte

M, N und O in ein μ, σ^2 - Koordinatensystem (in das verschiedene Indifferenzkurven eingezeichnet sind), so ergibt sich eine Kurve, auf der die effizienten Kombinationen von x_1, x_2 und x_3 liegen. Nachdem diese Kurve durch die Restriktionen $\sum x_i = 1$ und $x_i \geq 0$ klar eingegrenzt ist, kann man von der Projektmöglichkeitenkurve des betrachteten E-Unternehmens sprechen; d. h. diese Zusammenstellungen der Projekte sind realisierbar und effizient. Um zu einer optimalen Kombination im Sinne der Nutzenmaximierung zu gelangen, ist es nötig, Kenntnis über die Form der Indifferenzkurven im μ, σ^2 - System zu haben. Ihre Gestalt ist, wie in Abb. 4 gezeigt wurde, vom Wert des Risikoaversionskoeffizienten abhängig. Da wir davon ausgehen, daß der Entscheidungsträger bemüht ist, seinen Nutzen zu maximieren, müssen wir diejenige Indifferenzkurve aus einer Schar suchen, die die Projektmöglichkeitenkurve tangiert.¹⁾ Der entsprechende Tangentialpunkt der Indifferenzkurvenschar $I_1^1, I_1^2, \dots, I_1^n$ wäre z. B. Punkt M'. In M' realisiert ein Akteur, der sich rational verhält, eine Projektkombination, die durch einen sehr hohen Anteil von x_3 (Entwicklungsprojekte) und einem hohen Wert von A gekennzeichnet ist. Die Anteile der Projekte der Grundlagenforschung x_2 und der angewandten Forschung x_1 würden in diesem Falle bei ungefähr 1/3 des Gesamtbudgets liegen.²⁾ Können wir von einem niedrigem Wert von A ausgehen, also einer höheren Risikobereitschaft als im Punkt M', dann würde z. B. die Kombination in Punkt O' angestrebt werden. Dort sinkt der Anteil

-
- 1) Dabei ist zu beachten, daß A für alle Indifferenzkurven einer Schar derselbe sein soll, jedoch von Schar zu Schar variiert.
 - 2) Diese Zahlen haben nur demonstrative Bedeutung, da ihr Wert allein von den geschätzten Ausgangsgrößen für Ertrag und Risiko der verschiedenen Projekte abhängt, die jedoch empirisch nicht gesichert sind.

der x_3 - Projekte auf Null, der der x_1 - Projekte steigt auf knapp $2/3$ und der der x_2 - Projekte auf gut $1/3$ der Budgets. Das heißt mit anderen Worten, daß ein E-Unternehmen bei Realisierung der O'-Kombination ganz auf Projekte der "Entwicklung" verzichten würde, weil ihm der zu erzielende Ertrag dieser Projekte als zu niedrig erscheint und es für den, unter den genannten Restriktionen maximalen Ertrag, ein entsprechend hohes Risiko einzugehen bereit ist. Zwischen diesen "Extremkombinationen" gibt es theoretisch unendlich viele Möglichkeiten der Projektauswahl, die entsprechend der Risikobereitschaft des Entscheidungsträgers verschiedene Kombinationen von x_1 , x_2 und x_3 beinhalten.

Aus dem dargestellten Modell der Projektauswahl ergeben sich unter der Berücksichtigung des Einflusses der Wettbewerbsintensität auf das Risikoverhalten eines Entscheidungsträgers folgende Konsequenzen: Mit steigender Wettbewerbsintensität (das entspricht einem steigenden Risikoaversionskoeffizienten) nimmt der Anteil der Projekte mit geringerem Risiko und entsprechend geringeren Ertragsaussichten (x_3 -Projekte) zu, gleichzeitig nimmt der der x_1 - und x_2 -Projekte ab. Mit fallender Wettbewerbsintensität (d.h. bei geringerer Risikoaversion) nähert sich der Anteil der x_3 -Projekte dem Wert Null, während x_1 und x_2 zunehmen.

2.4. Verteilung der Inventionstätigkeit auf verschiedene Industriezweige

Nachdem bisher primär die Frage untersucht wurde, welche Kombinationen der drei Forschungsrichtungen Grundlagen-, angewandte Forschung und Entwicklung die E-Unternehmen auf der Basis rationalen Verhaltens in verschiedenen Umweltsituationen realisieren, ist es weiter interessant zu überlegen, wie sich die gesamten F&E Aufwendungen der E-Industrie auf die verschiedenen Industriezweige der A-Industriezweige verteilen.¹⁾ Implizit wurde schon bei der Projektauswahl davon ausgegangen, daß die Unternehmen wissen, in welche Bereiche sie ihre F&E Ressourcen lenken wollen. Denn man kann unter potentiellen Projekten naturgemäß nur dann eine Auswahl treffen, wenn bestimmte Kriterien (wie z. B. erwarteter Ertrag, erwartetes Risiko) für eine Beurteilung vorliegen, so daß mit der Wahl der Projektkombinationen auch der (oder die) Industriezweig(e) festliegt bzw. festliegen, für die ein E-Unternehmen tätig wird. In diesem Sinne werden Branche(n) und Projektportefeuille simultan ausgewählt, während in den folgenden Ausführungen für eine ausführlichere Darstellung dieser simultane Entscheidungsprozeß in einen stufenweisen Vorgang zerlegt wird. Dabei sei die erste Stufe die Auswahl des Projektportefeuilles, die zweite die der Branche(n). Voraussetzung ist auch hierbei, daß es jedem Unternehmen offensteht, in welchem Industriezweig (bzw. -zweigen) es tätig werden will und weiter, daß in den in Frage kommenden Branchen Projekte aller drei Forschungsrichtungen möglich sind.²⁾

1) In ähnlicher Weise wird diese Fragestellung in den weiteren Ausführungen noch einmal aufgegriffen (vgl. S. 92 ff).

2) Hierbei wird nicht verkannt, daß einige Branchen z. B. für die Grundlagenforschung weniger ergiebig sind als andere (vgl. dazu die bereits angeführte empirische Untersuchung von K. Berthold (1969) aaO.). Dies ist jedoch für die theoretische Analyse kein schwerwiegender Mangel, da es den E-Unternehmen im Rahmen ihrer "Diversifikationspolitik" freigestellt ist, Grundlagenforschung in einer beliebigen Branche zu betreiben.

Aus diesen Bemerkungen wird ersichtlich, daß auch für die vorliegende Fragestellung das oben verwendete modifizierte Modell der "Portfolio-Selection" herangezogen werden kann. Die Gedankengänge verlaufen völlig analog, nur der Anwendungsbereich unterscheidet sich. Deshalb werden die folgenden Ausführungen auf einige wesentliche Andeutungen zur Frage der Aufteilung der F&E Ressourcen auf verschiedene Industriezweige beschränkt, die dennoch gewisse Schlußfolgerungen zulassen.

Ausgangspunkt für die anzustellenden Überlegungen ist wiederum die Annahme, daß ein E-Unternehmen Nutzenmaximierung anstrebt und sich dabei rational verhält. Dadurch wird die optimale Verteilung der Ressourcen für F&E hinsichtlich der Erfüllung des genannten Ziels gewährleistet.¹⁾ Zur empirischen Untermauerung dieser Hypothese sei eine Untersuchung von Schmookler und Brownlee angeführt, die interessante Aufschlüsse über die Entwicklung der Relation zwischen der Zahl der Patente und der Wertschöpfung in verschiedenen Industriezweigen vermittelt.²⁾ Schmookler und Brownlee gehen davon aus, daß die Investitionen (stellvertretend hierfür verwenden die Autoren die Wertschöpfung)³⁾ in einer bestimmten Industrie tendenziell mit einer gewissen Ver-

1) Diese Ansicht vertreten in etwa auch J. Schmookler und O. Brownlee: "... it is interesting that under plausible assumptions maximizing behavior will also tend to distribute inventive activity among industries according to their size even if we assume uniformity of familiarity of inventors with all fields." J. Schmookler and O. Brownlee, Determinants of Inventive Activity, AER, P&P, Vol. LXX, 1962, S. 167.

2) Vgl. dieselben, ebenda, S. 165 ff.

3) Den Autoren standen vergleichbare Zahlen über die einzelnen Investitionsgrößen nicht zur Verfügung, so daß sie als "beste Annäherung" die der Wertschöpfung verwendeten. Sie gehen dabei von der Voraussetzung aus, daß die Bruttoinvestitionen in einer Industrie mit der Wertschöpfung und die Nettoinvestitionen mit den Änderungsraten der Wertschöpfung positiv korreliert seien. Vgl. J. Schmookler and O. Brownlee (1962) aaO. S. 165.

zögerung auf Veränderungen der Produktion folgen¹⁾ und daß wiederum die F&E Aktivität (gemessen in Patentanmeldungen) auf die Investitionen folgt.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten - Patente und Wertschöpfung in ausgewählten Industrien (r^2)

Jahr	(1) Patente und Wertschöpfung r^2	(2) N
1899/1904	0.62	14
1909/1914	0.21	18
1919	0.25	10
1921	0.34	10
1923	0.39	11
1925	0.39	11
1927	0.29	13
1929	0.66	12
1931	0.39	14
1933	0.58	14
1935	0.66	14
1937	0.73	16
1939	0.77	15
1947*	0.84	13

N = Anzahl der Industriezweige; * 1947 beträgt die zeitliche Verzögerung der Patente gegenüber der Wertschöpfung im Gegensatz zu den übrigen Werten nur zwei Jahre (sonst drei Jahre).
Quelle: J. Schmookler and O. Brownlee (1962) aaO. S. 172

In Tabelle 1 zeigen die Korrelationskoeffizienten in Spalte (1), die jeweils für einen Lag von drei Jahren zwischen festgestellter Wert-

1) Diese Annahme entspricht in etwa der Akzeleratorhypothese.

schöpfung und Patentanmeldung berechnet wurden,¹⁾ eine deutliche tendenzielle Zunahme im Zeitablauf. Über die Ursachen dieser Entwicklung sind sich Schmookler und Brownlee nicht schlüssig, jedoch vermuten sie "that ~~it~~ (die oben gezeigte Entwicklung; Anm. d. Verf.) reflects the increased commercialization of invention with a consequent increase in the significance of maximizing behavior."²⁾ Akzeptiert man die Hypothese, die F&E Tätigkeit der E-Unternehmen sei auf Gewinnerzielung abgestellt,³⁾ so folgt daraus, daß die Unternehmen ihre Aktivität vor allem dort einsetzen werden, wo sie sich die besten Möglichkeiten für eine kommerzielle F&E Tätigkeit erhoffen. Eine wichtige Determinante für die Entscheidung des Unternehmens, in welche(n) Branche(n) investiert werden soll, ist deshalb die Größe des betreffenden Markts und damit die der Nachfrage. Die Erkenntnis der Wichtigkeit der Nachfrage für die Allokation der F&E Ressourcen ist, wie zu Beginn der Arbeit bereits angedeutet, eng mit den ausführlichen und empirisch fundierten Arbeiten von Schmookler verbunden.⁴⁾ Er kommt aufgrund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, "that inventive activity with respect to capital goods tends to be distributed among industries about in proportion to the distribution of investment."⁵⁾ Schmookler gibt sich mit dieser Feststellung jedoch noch nicht zufrieden und schließt aus den Werten des Korrelationskoeffizienten für die Investitionen

1) Schmookler und Brownlee berechneten Korrelationskoeffizienten für Lags von 0, 1, 2 und 3 Jahren, wobei die Werte jeweils "besser" wurden. Die Werte für den "3-Jahres-Lag" sind in der Tabelle aufgeführt. Weshalb keine Zahlen für eine Verzögerung von mehr als 3-Jahren berechnet wurden, geht aus den Ausführungen der Autoren nicht hervor.

2) J. Schmookler and O. Brownlee (1962) aaO. S. 172.

3) Vgl. vor allem J. Schmookler (1966) aaO. S. 137 ff und S. 37 ff. dieser Arbeit.

4) Vgl. J. Schmookler (1966) aaO.

5) Derselbe, ebenda, S. 144 (im Original kursiv).

auf eine relativ starre Beziehung zwischen den Veränderungen der Investitionen in einer Branche und den mit einem Lag von drei Jahren folgenden Patentanmeldungen. Es liegen z. B. für die Perioden 1940-42 bzw. 1948-50 folgende Regressionsgleichungen vor:¹⁾

$$(1) \log P_{1940-42} = 1,174 + 0,927 \log I_{1939}; \quad r^2 = 0,918 \\ (0,080) (0,070)$$

$$(2) \log P_{1948-50} = 0,598 + 0,940 \log I_{1947}; \quad r^2 = 0,905 \\ (0,116) (0,070)$$

(P = Anzahl der Patente; I = Investitionen)

Die Werte von $\log I$ sind nicht nur statistisch signifikant, sondern sind zusätzlich nicht signifikant von eins verschieden. Man kann hieraus eine Art Elastizität der Investitionen in bezug auf die Veränderungen der Investitionen ableiten. Der Wert des "Elastizitätskoeffizienten" liegt demnach in der Nähe von eins,²⁾ also:

$$\epsilon_{\text{Pat}} = \frac{dP}{dI} \frac{I}{P} \approx 1$$

Hierbei ist jedoch eine Einschränkung zu machen. Der Wert $\epsilon \approx 1$ kann nur für einen Branchendurchschnitt angenommen werden. Die Daten für die empirische Untersuchung von Schmookler stammen aus den verschiedensten Industriezweigen. Es ist anzunehmen, daß bei isolierter Betrachtung einzelner Branchen Werte für ϵ auftreten, die durchaus nach oben oder unten von eins abweichen. Ein Grund hierfür könnte in den Erwartungen

1) Vgl. J. Schmookler (1966) aaO. S. 144.

2) Zu einem etwas anderen Ergebnis kommt Scherer bei der bereits angeführten Untersuchung von 448 Unternehmen in den USA. Danach steigt zwar der Output an Erfindungen mit der Zunahme der Umsätze an, jedoch im allgemeinen unterproportional. Vgl. F. M. Scherer (1965, AER) aaO. S. 1121 und Appendix S. 1124.

der Unternehmer hinsichtlich der künftigen Entwicklung der Nachfrage liegen. Somit wird obige Hypothese, der Anteil einer Branche an den F&E Ressourcen hänge von der Nachfrage ab, dahingehend erweitert, daß neben der tatsächlichen die erwartete Nachfrage eine bedeutende Rolle einnimmt.¹⁾ Werden z.B. steigende Wachstumsraten erwartet, so wird auch $\epsilon > 1$ sein und es wird $\epsilon < 1$ sein, wenn sinkende bzw. stagnierende Wachstumsraten prognostiziert werden.

Neben dem Einfluß der Nachfrageentwicklung auf die Allokation der F&E Mittel, ist vor allem ein Faktor zu nennen, den Scherer als "technological opportunity" bezeichnet.²⁾ Darunter ist in der Hauptsache der technologische "Nährboden", d.h. der Wissensstand und die Bedingungen im allgemeinen für eine fruchtbare F&E Tätigkeit zu verstehen. Liegen günstige Verhältnisse für einen weiteren Ausbau des technischen und ökonomischen Wissens in einer Branche vor, herrscht also ein "vigorous scientific climate"³⁾, so ist diese gegenüber anderen Branchen, wo diese Bedingungen nicht oder nur in schwächerem Maße ausgeprägt sind, im Vorteil.⁴⁾ Hauptdeterminante für die Entscheidung, in welcher

1) Damit wird der Entscheidungskalkül des Aktors insofern erweitert, als neben die tatsächlich Nachfrage auch deren langfristig erwartete Wachstumsraten explizit eingeführt werden. Implizit waren sie jedoch auch schon bisher einbezogen, da der Entscheidungsträger bei der Schätzung des Marktrisikos einer potentiellen Invention auch die zukünftige Entwicklung über einen längeren Zeitraum hinweg in Rechnung stellen wird.

2) Vgl. F. M. Scherer (1965, AER) aaO. S. 1100.

3) Vgl. derselbe, ebenda.

4) Hierzu sei noch einmal Scherer angeführt, der in der oben zitierten Untersuchung zu folgendem Ergebnis hinsichtlich der unterschiedlichen Patentaktivität in den verschiedenen Branchen kommt: 42 % sind auf Unterschiede in der Nachfrage nach den Produkten der einzelnen Industriezweige, mehr als 30 % auf die unterschiedlichen "technological opportunities", weniger als 12 % auf die differierende Neigung zur Patentanmeldung zurückzuführen und 16 % stellen ein unerklärtes Residuum dar. Vgl. F. M. Scherer (1965, AER) aaO. S. 1103.

Branche F&E Mittel investiert werden sollen, bleibt jedoch die tatsächliche Nachfrage und deren erwartete Entwicklung.¹⁾ Ist in einem, in diesem Sinne aussichtsreichen Sektor der "technologische Nährboden" a priori noch relativ wenig ausgebaut, so wird sich dies aufgrund der zufließenden F&E Mittel ändern.

- 1) In bezug auf den bedeutenden Einfluß, der von der Nachfrage-seite auf die F&E Tätigkeit ausgeht, sei eine aufschlußreiche empirische Studie von Meadows angeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt:

Tabelle 2: Ausgangspunkte der Projektvorschläge und ihr ökonomischer Erfolg

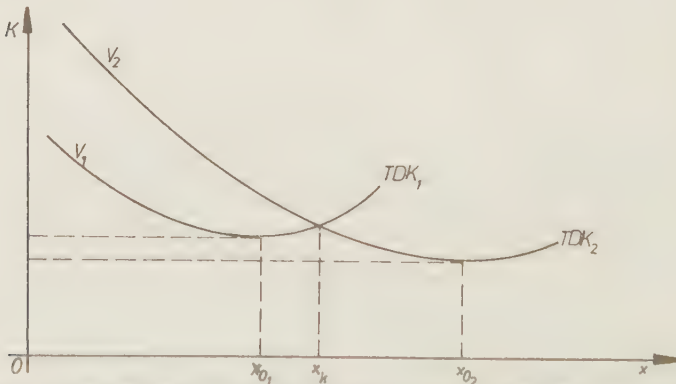
Source of idea	No sales increase	Small sales increase	Modest sales increase	Large sales increase	Average ratio of actual to estimated cost
(1) Laboratory ..	66	17	17	0	2.20
(2) Marketing ..	58	14	14	14	2.02
(3) Customer....	33	33	13	21	1.27

Quelle: D. L. Meadows, Characteristics and Implications of Forecasting Errors in the Selection of R&D Projects, presented at the 2nd Annual Technology and Management Conference, Washington, D. C., March, 1968. Zitiert nach R. U. Ayres, Technological Forecasting and Long-Range Planning, New York, 1969, S. 201

Demnach scheint der ökonomische Erfolg der Projektvorschläge, die aus dem Bereich der Nachfrage kommen, wesentlich über dem der Projekte aus dem F&E Bereich selbst zu liegen. Auch die Fehleinschätzung der voraussichtlichen Kosten zeigt bei der Gruppe (3) eine günstigere Relation. Ein Grund hierfür kann jedoch auch darin liegen, daß die Projekte der Gruppen (2) und (3) weniger weitreichend und damit technisch risikoärmer sind. Als weitere interessante Arbeit zu diesem Problemkreis, auf die aber nicht näher eingegangen werden soll, sei die von T. J. Allen, Sources of Ideas and their Effectiveness in Parallel R&D Projects. In: M. C. Yovits a. o. (eds.) (1966) aaO, S. 351 ff erwähnt.

Eine weitere Überlegung, die die Bedeutung der Nachfrage unterstreicht, soll noch hinzugefügt werden. Da der Produzent neuen technologischen Wissens dieses an die A-Industrie verkaufen möchte, muß sein Produkt attraktiv sein. Dies ist dann der Fall, wenn z. B. ein neues Verfahren bei gleicher Produktionsmenge, niedrigere Gesamtkosten oder wenn es bei einer größeren Produktionsmenge über eine Erhöhung der Umsätze einen zunehmenden Gesamterlös verspricht. Da im Falle des erhöhten Outputs der Schwellenwert für den effizienten Einsatz des Verfahrens meist über der alten Ausstoßmenge liegt, arbeitet es nicht über die gesamte mögliche Produktionsmenge hin effizient im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren. Es werden daher für das einzelne Unternehmen größere absolute Produktionsmengen nötig, was wiederum nur (bei konstantem Marktanteil) in expandierenden Märkten möglich ist. Der hier beschriebene Sachverhalt wird durch die folgende Darstellung verdeutlicht.

Abb. 10:



TDK_1 stellt die totalen Durchschnittskosten des Verfahrens 1 ($= V_1$), TDK_2 die von V_2 dar. Erst ab dem kritischen Output x_k wird es für das betrachtete Unternehmen vorteilhaft, V_2 einzusetzen, wobei es

sich noch im Bereich sinkender Stückkosten befindet und danach trachten wird, seinen Umsatz auszuweiten. Nimmt man an, daß Produktions- und Nachfragemenge im gleichen Ausmaß steigen, also der Produktpreis konstant bleibt bzw. im Ausmaß der jeweiligen Kostenersparnis sinkt, so erfolgt die Ausweitung des Gesamtgewinns vor allem über erhöhte Umsatzerlöse.

Dieser Sachverhalt wurde auch empirisch festgestellt. Scherer kommt aufgrund der oben erwähnten Analyse über die Beeinflussung der Erträge durch erfolgreiche Inventionen bzw. Innovationen bei 448 US-Firmen zu dem Schluß, daß die Masse der Neuerungen sich über eine Steigerung der Umsätze bei relativ konstanten Profitspannen positiv auf den Gesamtgewinn auswirkt.¹⁾ Ähnliches gilt auch für Unternehmen in der BRD, für die in einer Untersuchung für den Zeitraum 1950-68 bei 309 Unternehmen festgestellt wurde, daß nahezu 3/4 aller technischen Umstellungsfälle zu der Kategorie gehören, die eine kritische Menge aufweist.²⁾ Ein E-Unternehmen wird deshalb auch aus diesem Grunde versuchen, in expansive Märkte einzudringen, um den potentiellen kommerziellen Erfolg seiner Produkte zu erhöhen.³⁾

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß mit der Entscheidung über das F&E Portefeuille anhand der oben gezeigten Kriterien, auch

1) Vgl. F. M. Scherer (1965, JPE) aaO. S. 290 ff.

2) Nur 15 der 82 relevanten Anlagen arbeiteten nach der Umstellung bei jeder Ausbringungsmenge kostengünstiger als die alte Anlage. Bei mehr als 50 % der 82 Fälle lag der einem technischen Fortschritt entgegenstehende "kritische Wert" oberhalb, bei oder nur wenig unterhalb der Kapazitätsgrenze der "alten" Anlage. Vgl. Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft e. V. (RKW), Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland, 1. Band, Frankfurt/M., 1970, S. 120 ff (im folgenden als RKW-Studie zitiert).

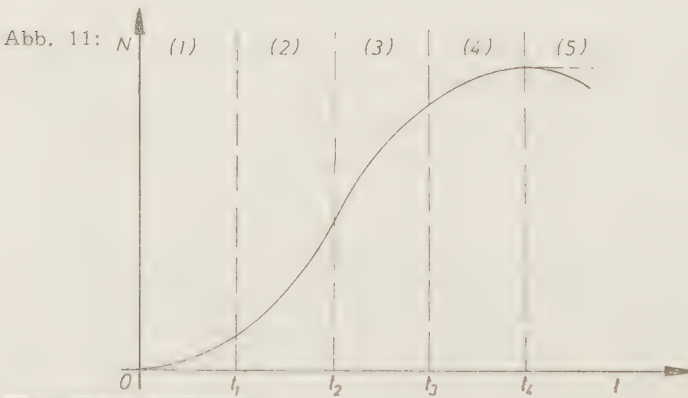
3) Dieser Gedanke wird später noch einmal aufgegriffen und auf eine andere Art begründet; vgl. S. 143 ff.

die Frage entschieden wird, in welche Branche die F&E Mittel fließen.

Man kann jedoch noch einen Schritt weitergehen und fragen, wie die einzelnen Phasen eines Marktes (analog den Phasen im Lebenszyklus eines Produkts)¹⁾ die Art der Inventionen auf diesem Markt beeinflussen. Zu diesem Zweck wird der Lebenszyklus eines Marktes bzw. einer Branche in fünf Phasen unterteilt. Die einzelnen Phasen sind:²⁾³⁾

- (1) Anlaufphase
- (2) 1. Wachstumsphase (steigende Wachstumsraten)
- (3) 2. Wachstumsphase (sinkende Wachstumsraten)
- (4) Reifephase
- (5) Stagnations- bzw. Abschwungsphase (Wachstumsrate gleich Null bzw. negativ)

Zwischen den Phasen (2) und (3) weist die Kurve einen Wendepunkt auf.



- 1) Vgl. hierzu O. Schatz, Zur Optimierung von Forschung und Entwicklung durch die Beurteilung der Entwicklungsvorhaben, Diss., Braunschweig, 1967, S. 53 ff und Abb. 18 sowie K. Brockhoff, Test for the Product Life Cycle, Econometrica, Vol. XXXV, 1967, S. 472 ff.
- 2) Eine ähnliche Einteilung wird für den technischen Entwicklungsverlauf von Branchen in der RKW-Studie (Abb. 12) getroffen; vgl. RKW-Studie (1970) S. 191.
- 3) In der graphischen Darstellung wird für alle 5 Phasen die gleiche Zeitdauer angenommen, was natürlich eine Vereinfachung darstellt. In der Realität wird sie von Branche zu Branche unterschiedlich sein.

Geht man nun davon aus, daß das Projektportefeuille eines Unternehmens gemäß den Risiko- und Ertragsüberlegungen in bezug auf verschiedene Projekte zusammengesetzt wird, so hat der Entscheidungsträger die einzelnen Marktphasen in seine Überlegungen einzubeziehen,

In den Phasen steigender Wachstumsraten der Nachfrage (1 und 2, vgl. Abb. 11) können risikoreichere F&E Projekte in das Portefeuille aufgenommen werden als in den folgenden Phasen. Die Dynamik der Nachfrageentwicklung gewährleistet mit entsprechend hoher Wahrscheinlichkeit einen angemessenen kommerziellen Erfolg des Projekts. In den Phasen sinkender Wachstumsraten (3 und 4) werden durch analoge Überlegungen die Projekte weniger risikoreich sein. Das Marktvolumen dürfte sich stark ausgeweitet haben und durch die in den Phasen (1) und (2) von den Pionierunternehmen erzielten Leistungsgewinne werden neue Forschungsunternehmen in den Markt gelockt. Damit ist der wirtschaftliche Erfolg einzelner Projekte nicht mehr in dem Maße gesichert, als daß er technisch risikoreichere Projekte aussichtsreich erscheinen ließe. Ein weiterer Grund hierfür liegt auch darin, daß durch die zunehmende Zahl von Anbietern neuen technischen Wissens die Wahrscheinlichkeit von Parallelforschungen stark zunimmt und damit auch die Gefahr des "Zuvorkommens" eines anderen Unternehmens in bezug auf eine bestimmte Erfindung wächst. Die beschriebene Entwicklung der Hinwendung zu risikoärmeren F&E Projekten ab t_2 verstärkt sich bis t_4 und darüber hinaus. 1)

1) Gleichzeitig ist zu beachten, daß im zeitlichen Ablauf auch der Bestand an Wissen ständig zunimmt und deshalb auch das technische Potential in zunehmendem Maße ausgeschöpft wird. Es wurde deshalb die These aufgestellt, die zunehmende Ausschöpfung des technischen Potentials eines Industriezweigs würde weiterreichende (d.h. risikoreichere) Erfindungen in dieser Branche nicht mehr zulassen (vgl. z. B. J. O. Pöhl, Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Fortschritts in den USA, Göttingen, 1967, S. 21 ff). Die Abnahme der Zahl derartiger Erfindungen kann aber auch an mangelnden Anstrengungen der Unternehmen in Richtung risikoreicherer F&E Projekte aufgrund der im Text beschriebenen Überlegungen liegen.

Dieses Ergebnis wird durch die Einbeziehung der Wettbewerbsverhältnisse auf den verschiedenen Märkten der E-Industrie und die damit verbundene Berücksichtigung von Änderungen im Risikoverhalten der einzelnen E-Unternehmen untermauert.

Die Änderung des Risikoverhaltens im Verlauf des Anpassungsprozesses hat folgende Konsequenzen: Wenn die Wettbewerbsintensität steigt und damit der Wert des Risikoaversionskoeffizienten größer wird, nimmt der Anteil der technisch weiterreichenden Projekte zugunsten der naheliegenderen Projekte tendenziell ab.¹⁾ Analoges gilt im Falle abnehmender Wettbewerbsintensität.

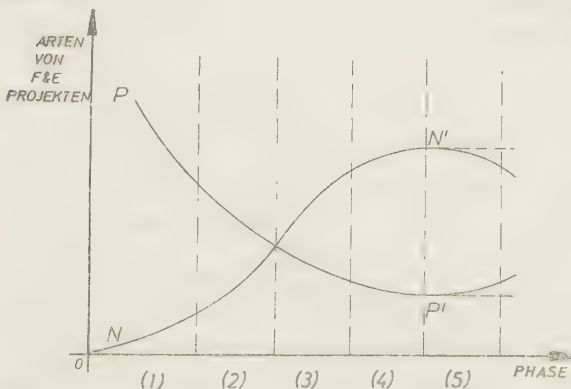
Wenn wir annehmen, in der A-Industrie bilde sich ein neuer Markt, der die in Abb. 11 dargestellten Phasen durchlaufen wird, so können wir davon ausgehen, daß in den ersten beiden Phasen nur relativ wenig E-Unternehmen Teile ihrer F&E Ressourcen in Projekte investieren, die auf einem mit hohen Unsicherheiten behafteten Markt abgesetzt werden sollen. Das Risikoverhalten dieser E-Unternehmen ist durch einen relativ niedrigen Risikoaversionskoeffizienten gekennzeichnet. Das impliziert, daß sie auf einem Markt mit hohem Entlastungsgrad innerhalb der E-Industrie agieren. Erzielen diese Unternehmen aufgrund ihrer vergleichsweise weitreichenden Inventionen, die starke produktbezogene Monopolstellungen mit sich bringen Preise, die über dem Gleichgewichtspreis²⁾ liegen, so werden weitere E-Unternehmen in den Markt gelockt. Die eintretende Verschärfung der Wettbewerbsintensität bewirkt eine Änderung der Risikoaversion. In den Phasen (3) und (4) der Expansion des A-Marktes werden deshalb weniger weitreichende Projekte in Angriff genommen werden. Gegen Ende der Phase (4) und im Übergang zu Phase (5) herrschen dann Inventionen vor, die den

1) Vgl. hierzu S. 80 ff und Appendix A, S. 258 dieser Arbeit.

2) Vgl. hierzu S. 200 f dieser Arbeit.

x_3 -Projekten, also einfachen Entwicklungsvorhaben entsprechen. In der Stagnations- bzw. Rückbildungsphase des Marktes in der A-Industrie sind kaum mehr Aussagen über das voraussichtliche Angebot an Inventionen durch E-Unternehmen möglich. Ein Verharren auf dem niedrigen Inventionsniveau aufgrund der stagnierenden oder rückläufigen Nachfrageentwicklung ist ebenso denkbar wie das "Auftauchen" weitreichenderer Inventionen wegen des relativ hohen Entlastungsgrads, der auf dem korrespondierenden E-Markt herrscht.¹⁾ In Abb. 12 sind die angeführten Entwicklungen in der A- und der E-Industrie dargestellt.

Abb. 12:

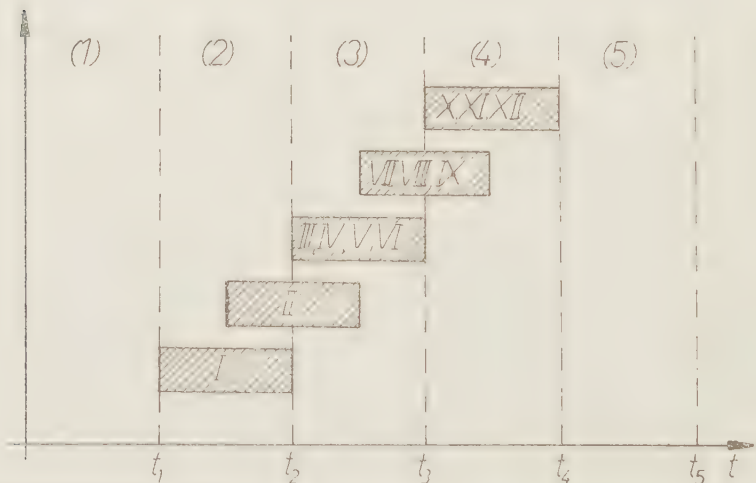


Die Kurve NN' stelle die Expansionskurve des A-Marktes dar und die Kurve PP' kennzeichne die Art der F&E Projekte. Je höher der Ordinatenwert eines Punktes dieser Kurve ist, desto weitreichender ist das dadurch gekennzeichnete Projekt in technischer Hinsicht. Um den empirischen Gehalt dieser Überlegungen anhand eines Beispiels zu überprüfen, wird die Einteilung der F&E Projekte in die

1) Wobei letzteres unwahrscheinlicher ist als das Verharren auf relativ niedrigem Niveau. Ein Grund dafür liegt in den schlechten Preiserwartungen für die potentielle Invention, wenn man für die Phase (5) eine Struktur auf dem A-Markt annimmt, die einem M_2 -Markt entspricht (vgl. dazu S.191ff dieser Arbeit).

der Grundlagen- und der angewandten Forschung sowie der Entwicklung (vorübergehend) konkretisiert und von Arbeitsverfahren, Betriebsmitteln und deren Einsatz sowie von Organisations- bzw. Hilfstech-niken gesprochen. In der BRD ergab eine empirische Untersuchung der technischen Entwicklung in verschiedenen Branchen,¹⁾ daß eine Verbesserung der Arbeitsverfahren vor allem in den Phasen (1) und (2) stattfand, die Betriebsmittel und deren Einsatz besonders in den Phasen (2) und (3) in der Entwicklung vorangetrieben wurden und daß in den Phasen (4) und (5) das Schwergewicht auf der Weiterentwicklung der Organisations- und Hilfstech-niken lag. In der folgenden Abbildung werden beispielhaft für die einzelnen Phasen verschiedene Branchen angeführt, die diese Entwicklung verdeutlichen sollen.

Abb. 13:



1) Vgl. RKW-Studie (1970) aaO, S. 190 ff.

Es bedeuten:

- I kunststoffverarbeitende Industrie
- II chemische Industrie
- III kautschuk- und asbestverarbeitende Industrie
- IV zellstoff- und papiererzeugende Industrie
- V Fahrzeugbau
- VI Energieerzeugung
- VII NE-Metallindustrie
- VIII holzverarbeitende Industrie
- IX Textilindustrie
- X Eisen- und Stahlindustrie
- XI Hohlglasindustrie
- XII Nahrungs- und Genußmittelindustrie

Wegen des weiter oben beschriebenen Rationalverhaltens bei der Auswahl der F&E Projekte, wird ein E-Unternehmen versuchen, die Frage zu beantworten, in welcher Phase sich eine bestimmte Branche befindet und ob es aufgrund von Marktanalysen angebracht erscheint z. B. aus der Reifephase einer Branche in eine Wachstumsphase eines anderen Industriezweigs" umzusteigen".¹⁾

Durch die Flexibilität von E-Unternehmen und das daraus resultierende Angebot an neuem Wissen vor allem in wachstumsstarken Industriezweigen, wird die Mobilität in der A-Industrie positiv beeinflusst. Rückständige A-Unternehmen, die im Gegensatz zu fortschrittlichen A-Unternehmen das Angebot der E-Industrie aus finanziellen und/oder technischen Gründen ignorieren, laufen Gefahr, schneller aus dem Markt eliminiert zu werden als in einer Situation, in der die Diffusion von neuem Wissen (z. B. behindert durch restriktive Patentpolitik) wesentlich langsamer verläuft.

In den bisherigen Ausführungen wurden Unternehmen behandelt, deren Aktivitäten sich ex definitione nur auf den F&E Bereich erstrecken. Als Erweiterung wird im folgenden Abschnitt die potentielle Alternative "Anwendung von bekanntem Wissen" in den Entscheidungsprozeß eines E-Unternehmens einbezogen.

1) In der Praxis ist der Umschichtung von Ressourcen eine Grenze durch die unvollständige Mobilität der Produktionsfaktoren gesetzt.

3. Allokationsprobleme eines E/A-Unternehmens bei variablem F&E Budget

Aus dem weiter oben genannten Spektrum möglicher Unternehmenstypen, die durch das Verhältnis der Anteile der beiden Aktivitäten "F&E" und "Routineproduktion" am Gesamtvolumen der Geschäftstätigkeit charakterisiert sind, wurde bisher nur das E-Unternehmen als Extremtypus behandelt. Die Analyse des einstufigen Entscheidungsprozesses beschränkte sich darauf, zu Aussagen über die Auswahl potentieller F&E Projekte bei gegebenem F&E Budget zu gelangen. Der Begriff "gegebenes Budget" war dabei wie folgt zu interpretieren: Das Unternehmen wendet die ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen vollständig für die Produktion von neuem technischen Wissen auf. Dagegen wurde die "Routineproduktion" (d. h. Produktion bekannter Güter mit bekannten Verfahren) als mögliche Alternative zum Verkauf des neuen Wissens ausgeklammert.¹⁾ Da jedoch die Aufteilung der finanziellen und technischen Mittel eines Unternehmens auf diese beiden Aktivitäten Einfluß auf die Höhe des F&E Budgets zukünftiger Perioden hat, soll nun geprüft werden, unter welchen Voraussetzungen ein E-Unternehmen neues Wissen selbst zur Produktion materieller Güter verwenden wird bzw. anzunehmen ist, daß es dieses Wissen an andere Unternehmen verkauft.

Ausgangspunkt der folgenden Analyse könnte ebenso ein A-Unternehmen im Gegensatz zu einem E-Unternehmen sein. In diesem Falle gelten grundsätzlich analoge Überlegungen wie für das E-Unternehmen. Da das A-Unternehmen im Rahmen der bisherigen Ausführungen jedoch noch nicht ausführlich behandelt wurde, beschränken sich die folgenden Gedanken im wesentlichen auf die

1) Vgl. zu dieser Vorgehensweise auch S. 36 f dieser Arbeit.

Verhaltensweise eines E-Unternehmens, das als potentieller "newcomer" auf einem A-Markt auftritt.

Für ein E-Unternehmen, das neues technisches Wissen produziert hat, stellt sich prinzipiell die Frage, ob es dieses Wissen an A-Unternehmen veräußern oder selbst verwenden soll. Wenn von Eigenverwendung des neuen Wissens durch das E-Unternehmen die Rede ist, so wird damit nicht nur die Verarbeitung des Wissens zur Produktion weiterer Inventionen angesprochen, sondern vor allem das Eindringen des E-Unternehmens in Bereiche der A-Industrie. Im Ausmaß der Verwirklichung dieses Vorhabens wird aus dem "reinen" E-Unternehmen ein E/A-Unternehmen.¹⁾

Da wir weiterhin die Maximierung der erwarteten Erträge unter Berücksichtigung der Risiken bestimmter Aktivitäten unterstellen, ist es möglich, die Überlegungen, die bei der Auswahl von F&E Projekten angestellt wurden, auf das vorliegende Problem zu übertragen. Zu diesem Zwecke seien Investitionen in F&E und in Routineproduktion als zwei mögliche Aktivitäten betrachtet, die einem Unternehmen offenstehen. Simultan mit der Entscheidung für eine der beiden Aktivitäten oder deren Kombination wird die Höhe des F&E Budgets der folgenden Periode(n) festgelegt.

Für ein E-Unternehmen ist die Eigenverwendung von neuem Wissen vorteilhafter als dessen Verkauf an A-Unternehmen, wenn die eigene Anwendung einen höheren Nutzen verspricht. Unter welchen

1) Dieser Aussage liegt die weiter oben dargelegte Vorstellung (vgl. S. 34) zugrunde, daß nicht alle E/A-Unternehmen dieselbe Struktur hinsichtlich der Aufteilung der ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen aufweisen. Je nach der relativen Größe des F&E Budgets bezüglich des Gesamtumsatzes wird ein E/A-Unternehmen tendenziell entweder der E- oder der A-Industrie zuzuschreiben sein.

Bedingungen kann eine derartige Situation eintreten?¹⁾ Um diese Frage beantworten zu können, sind zunächst zwei Dinge zu klären:

- 1) Die Art der zur Diskussion stehenden Invention des E-Unternehmens und
- 2) die Intensität des Wettbewerbs auf den relevanten Märkten (wobei sowohl der relevante Markt für das E-Unternehmen innerhalb der E-Industrie als auch der relevante Markt der A-Industrie, der von der Invention berührt wird, zu beachten sind).

Allgemein kann man zwischen zwei wesentlichen Inventionstypen unterscheiden: Einmal solche Inventionen, die die Kostenstruktur eines Unternehmens wesentlich beeinflussen (Prozeßinvention) bzw. die einen neuen Markt eröffnen (Produktinvention) und solche Inventionen, die die Kosten bzw. Produktmärkte in geringerem Ausmaß verändern.²⁾ Die Inventionen der ersten Kategorie I_1 zeichnen sich durch ein relativ hohes Risiko in der Anwendung aufgrund technischer Unteilbarkeiten und hohe Einführungskosten in einen bestehenden bzw. hohe Anlaufkosten in einem neu aufzunehmenden Produktionsprozeß aus. Bei Inventionen der zweiten Kategorie I_2 sind Risiko und Kosten geringer einzustufen.

1) Die Möglichkeit des Verkaufs von neuem Wissen bei gleichzeitiger Eigenwendung ist nur bei sehr restriktiven Lizenzvereinbarungen gegeben, die eine Aufteilung des Marktes zur Folge haben. Kann eine derartige Marktaufteilung nicht vorgenommen werden, so ist weder ein Anreiz zur Veräußerung des neuen Wissens durch das E-Unternehmen (es würde sich selbst die Konkurrenz "heranziehen") noch der Wunsch nach dem Erwerb durch ein A-Unternehmen (das E-Unternehmen hätte zu große Vorteile in der Anwendung des selbstentwickelten Wissens) anzunehmen. Die genannte Kombination wird deshalb ausgeklammert. Vgl. auch S. 37 dieser Arbeit.

2) Nordhaus spricht in diesem Zusammenhang von "drastic inventions" und "run-of-the-mill inventions". Als Unterscheidungsmerkmale gibt er den Wert der Nachfrageelastizität η und die Erfindungshöhe $B\eta$ an (wobei B die prozentuale Kostenersparnis z. B. eines neuen Produktionsverfahrens gegenüber dem herkömmlichen bedeutet). Wenn $B\eta > 1$, liegt nach Nordhaus eine "drastic invention" vor (wenn z. B. $\eta < 1$, so müßte $B > 100\%$ sein, um zu $B\eta > 1$ zu gelangen). Vgl. W. D. Nordhaus, *Invention, Growth, and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change*, Cambridge, Mass., London, 1969, S. 72.

Im folgenden wird angenommen, ein E-Unternehmen stehe vor der Alternative, eine I_1 -Invention selbst anzuwenden (d. h. die Innovation selbst durchzuführen) und damit sein F&E Budget im Ausmaß der dazu benötigten finanziellen und technischen Mittel einzuschränken oder die Invention zu verkaufen. Das Entscheidungsproblem kann auch wie folgt formuliert werden: Ist das E-Unternehmen bereit, das Risiko der Anwendung der I_1 -Invention selbst zu tragen oder wird dessen Überwälzung auf A-Unternehmen vorgezogen. In enger Verbindung damit ist der erwartete Ertrag aus beiden Verwendungsmöglichkeiten zu sehen. Hiermit ist auch die Verbindung zu der Wettbewerbsintensität auf den relevanten Märkten wieder hergestellt, die das Verhalten des E-Unternehmens beeinflußt. Die Beantwortung der oben gestellten Frage nach den Bedingungen für die Eigenverwendung einer I_1 -Invention durch ein E-Unternehmen erfolgt unter Zugrundelegung von drei (bzw. vier) Ausgangssituationen:¹⁾

- (1) Hohe Wettbewerbsintensität auf dem relevanten Markt in der E-Industrie, geringe Wettbewerbsintensität auf dem relevanten Markt der A-Industrie;
- (2) geringe Wettbewerbsintensität auf dem E-Markt, hohe Wettbewerbsintensität auf dem A-Markt und
- (3) auf beiden Märkten geringe bzw. hohe Wettbewerbsintensität.

Ein E-Unternehmen weist bei der unter (1) genannten Konstellation einen relativ hohen Risikoaversionskoeffizienten A auf. Die Chancen der Adoption bzw. Diffusion der Invention auf dem in Frage kommenden Markt der A-Industrie sind verhältnismäßig gering, da die Wettbewerbsintensität dort ebenfalls gering ist. Dies beeinflußt den

1) Bei den folgenden Überlegungen werden zum Teil Ergebnisse späterer Ausführungen über die Adoption und Diffusion neuen Wissens vorweggenommen (vgl. dazu S. 111 ff).

geschätzten Wert der erwarteten Erträge aus der Veräußerung der Invention negativ. Zudem ist das Eindringungsrisiko in einen derartigen Markt der A-Industrie gering. Die dem E-Unternehmen offenstehenden Möglichkeiten der Eigenverwendung des neuen Wissens oder dessen Veräußerung an A-Unternehmen stellen demnach zwei potentielle Alternativen mit spezifischen Kombinationen von erwartetem Ertrag und Risiko und damit eines bestimmten Nutzens dar.¹⁾ Hält man sich die Darstellung in Abb. 4 (S. 68) vor Augen, so symbolisieren die Punkte P_1 , P_2 und P_3 auf der Linie SS_1 bestimmte Kombinationen der beiden Betätigungsmöglichkeiten eines Unternehmens, nämlich F&E und Routineproduktion.²⁾ Da wir davon ausgehen, daß die Produktion von neuem Wissen risikoreicher als die Anwendung bekannten Wissens sei,³⁾ ist das F&E Budget in Punkt P_1 z. B. relativ niedriger als in P_3 . Dies ergibt sich in analoger Anwendung der ursprünglichen Interpretation, wonach das Projektportefeuille P_1 einen geringeren Anteil risikoreicher Projekte als P_3 beinhaltet.

Aus der Konstellation der relevanten Märkte wie sie unter (1) beschrieben wurde, läßt sich aus diesen Überlegungen folgender Schluß ziehen: Für die Wahrscheinlichkeit, daß das E-Unternehmen die I_1 -

1) Wenn von potentiellen Handlungsalternativen des E-Unternehmens gesprochen wird, so setzt dies implizit voraus, daß diese innerhalb der durch die den Unternehmen vorgegebenen Restriktionen (technischer und finanzieller Art) Produktions- bzw. Projektmöglichkeitenkurve liegen. Es ist durchaus denkbar, daß die mit dem Eindringen in einen Markt der A-Industrie verbundenen Marktwiderstände Kosten verursachen, die die "Reichweite" des E-Unternehmens überschreiten (vgl. hierzu auch S. 201 f.).

2) In den bisherigen Ausführungen stellten P_1 , P_2 und P_3 Projektportefeuilles dar, also verschiedene Kombinationen von F&E Projekten eines ausschließlich auf die Produktion von neuem Wissen spezialisierten E-Unternehmens dar.

3) Vgl. dazu S. 14 dieser Arbeit.

Invention selbst anwendet und somit in den A-Markt eindringt, ist ein hoher Wert anzunehmen. Durch die Verwendung von Ressourcen im Bereich der A-Industrie, wird das ursprüngliche F&E Budget (das ex definitione alle Investitionen eines E-Unternehmens umfaßt) anteilmäßig zurückgehen, der Anteil der Routineproduktion dagegen wird tendenziell steigen.

E-Unternehmen auf einem Markt mit geringer Wettbewerbsintensität (Konstellation 2) zeichnen sich durch einen niedrigen Wert des Risikoaversionskoeffizienten A aus. Die Ertragsaussichten für eine I_1 -Invention auf einem A-Markt mit hoher Wettbewerbsintensität sind, wie weiter unten noch zu zeigen ist,¹⁾ wesentlich besser einzuschätzen als in der unter (1) beschriebenen Situation, da der Adoptions- und der Diffusionsprozeß des neuen Wissens schneller und intensiver verlaufen. Das Risiko, in den relevanten Markt der A-Industrie einzudringen, ist für das E-Unternehmen dagegen höher anzusetzen. Der Grund liegt darin, daß die Interessen der A-Unternehmen durch das Eindringen eines E-Unternehmens in den Markt unmittelbar berührt werden und Gegenmaßnahmen hervorrufen, die wiederum die Kosten für die Überwindung der Marktwiderstände durch das E-Unternehmen erhöhen. Zieht man außerdem die kompetitiven Nachteile für ein E-Unternehmen gegenüber den A-Unternehmen bei einem Eindringen in deren Betätigungsfeld ein, so ist zusammenfassend zu den unter (2) genannten Wettbewerbsverhältnissen nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für eine "übergreifende" Aktivität des E-Unternehmens zu erwarten. Wahrscheinlicher ist dagegen die Veräußerung der I_1 -Invention an die in Frage kommenden A-Unternehmen. Das F&E Budget des E-Unternehmens wird demnach nicht abnehmen.

1) Vgl. dazu S. 207 ff dieser Arbeit.

Herrscht auf beiden relevanten Märkten geringe Wettbewerbsintensität, so ist diese, unter (3) aufgeführte Konstellation durch einen niedrigen Risikoaversionskoeffizienten des E-Unternehmens und durch relativ schlechte Ertragsaussichten bei Veräußerung des neuen Wissens verbunden mit einem geringen Eindringungsrisiko in den A-Markt gekennzeichnet. Unter derartigen Voraussetzungen ist in analoger Anwendung der unter (1) und (2) angestellten Überlegungen von der Eigenverwendung des neuen Wissens durch das E-Unternehmen auszugehen, dessen F&E Budget anteilmäßig zugunsten der Routineproduktion abnehmen wird.

Bei hoher Wettbewerbsintensität auf beiden Teilmärkten stellt sich die Situation anders dar. Ein relativ hoher Wert des Risikoaversionskoeffizienten des E-Unternehmens trifft auf verhältnismäßig gute Ertragsaussichten bei Veräußerung der I_1 -Invention und auf ein hohes Eindringungsrisiko in den A-Markt. Für das E-Unternehmen wird in einem solchen Falle die Überwälzung des Anwendungsrisikos der Invention auf die interessierten A-Unternehmen im Rahmen seiner Portfolio Überlegungen vorteilhafter erscheinen als die Eigenverwendung des neuen Wissens. Die Alternative "Routineproduktion" ist mit relativ geringen erwarteten Erträgen, jedoch hohem potentiellen Risiko behaftet. Wegen des hohen Wertes für A wird es demnach in Verfolgung des Ziels "Nutzenmaximierung" zu der Veräußerung der I_1 -Invention an A-Unternehmen kommen, das F&E Budget wird nicht abnehmen.

4. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Folgerungen

Ausgehend von der Annahme der Nutzenmaximierung als Zielsetzung eines E-Unternehmens wurde unter der Voraussetzung rationalen Verhaltens im Sinne des Bernoulli-Prinzips für den Bereich der Projektauswahl in F&E folgendes Ergebnis abgeleitet: Die Wettbewerbsintensität auf einem Markt beeinflusst über das Risikoverhalten der Unternehmer die Auswahl von F&E Projekten. Bei hoher Wettbewerbsintensität (d.h. niedrigem Entlastungsgrad auf dem relevanten Markt der E-Industrie) wird das Projektportfolio eines rational handelnden Unternehmens einen relativ geringen Anteil von Projekten der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung im Verhältnis zu einfachen Entwicklungsvorhaben aufweisen. Mit sinkender Wettbewerbsintensität (steigendem Entlastungsgrad) wird der Anteil der risikoreicheren Projekte der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung auf Kosten der Entwicklungsvorhaben tendenziell zunehmen. Man kann weiter davon ausgehen, daß aufgrund der Diversifikationspolitik eines rational handelnden E-Unternehmens der Anteil der Grundlagenforschung im Projektportfolio auch bei hoher Wettbewerbsintensität einen positiven Wert aufweisen wird. Die Zusammenstellung der potentiellen F&E Projekte und damit das Ausmaß des gesamtwirtschaftlich möglichen technischen Fortschritts wird demnach von der Wettbewerbsintensität auf den Märkten der E-Industrie beeinflusst. Es kann der Fall eintreten, daß wegen einer hohen Wettbewerbsintensität das Angebot an weitreichendem neuen Wissen (vor allem an Ergebnissen der Grundlagenforschung) innerhalb einer Volkswirtschaft zu gering wird. Dann muß entweder Grundlagenforschung mit staatlichen Mitteln betrieben oder das neue Wissen aus dem Ausland bezogen werden.

Erweitert man das Modell um die mögliche Existenz von E/A-Unternehmen durch die Einbeziehung der Routineproduktion als Alternative bzw. Ergänzung zur Produktion von neuem Wissen, so lassen sich weitere Aussagen machen. Nachdem zunächst von einem gegebenen F&E Budget der E-Unternehmen ausgegangen wurde, ergab die weitere Analyse, daß die Einbeziehung der Aktivität "Routineproduktion" die Höhe des Budgets beeinflussen kann. In dem Ausmaß, in dem sich ein E-Unternehmen für die Eigenverwendung und gegen die Veräußerung von neuem Wissen an A-Unternehmen entscheidet, nimmt der Anteil des F&E Budgets am Gesamtbudget des dann als E/A-Unternehmen zu bezeichnenden Aktors ab. Es hat sich gezeigt, daß, beginnend bei einer bestimmten Ausgangsposition, die Höhe der F&E Aufwendungen innerhalb von E/A-Unternehmen und, gesamtwirtschaftlich gesehen, innerhalb einer Volkswirtschaft, tendenziell abnehmen können. Dies ist besonders dann zu erwarten, wenn auf dem für ein E-Unternehmen relevanten Markt der E-Industrie eine hohe Wettbewerbsintensität und auf dem korrespondierenden A-Markt nur geringer Wettbewerb herrscht oder wenn beide Märkte durch geringe Wettbewerbsintensität gekennzeichnet sind. Als günstigste Konstellation für die Produktion und die Anwendung neuen Wissens ergab sich eine hohe Wettbewerbsintensität auf beiden Teilmärkten. Allerdings müssen in diesem Falle staatliche Mittel aufgewendet werden, um das dann als zu gering anzunehmende Angebot grundlegenden neuen Wissens zu kompensieren.

Legt man die Ausführungen über die Trennung einer E- und einer A-Industrie zugrunde und stellt man diesen theoretischen Überlegungen die in der Realität anzutreffende unterschiedliche Intensität des Wettbewerbs in einer Volkswirtschaft gegenüber, so sind in den einzelnen Industriezweigen sämtliche Typen des genannten Spektrums zwischen den Extremen E- und A-Unternehmen denkbar und natür-

lich auch anzutreffen. Als ein weiterer Faktor neben der unterschiedlichen Wettbewerbsintensität in den verschiedenen Branchen kommen technische Hindernisse hinzu, die eine klare Trennung von E- und A-Unternehmen erschweren.¹⁾

Im vorangegangenen Abschnitt wurden bereits einige Ergebnisse über die Adoption und Diffusion von neuem Wissen vorweggenommen und für die Analyse verwendet. Gegenstand der folgenden Kapitel ist die Herleitung dieser Ergebnisse und der Versuch, durch Aussagen über die Nachfrage nach neuem Wissen in Verbindung mit Aussagen über dessen Produktion, die Preisbildung für das Gut "neues Wissen" zu analysieren.²⁾

Exkurs: Die Realitätsbezogenheit der Prämissen des Entscheidungsmodells

Wenn als Abschluß des Entscheidungsprozesses über eine (in Verfolgung des Ziels Nutzenmaximierung) optimale Aufteilung des zur Verfügung stehenden Budgets in die einzelnen Forschungsbereiche gefunden wird, so setzt dies implizit voraus, daß die zum Einsatz kommenden Ressourcen vollständig teilbar sind. Dagegen könnte man einwenden, dies gelte für die vorhandenen Anlagen sicherlich nicht. Geht man jedoch von der menschlichen Arbeit als wichtigstem Produktionsfaktor im F&E Bereich aus,³⁾ so läßt sich

-
- 1) Außerdem dürften bestimmte Probleme des Marktes von Unternehmen der E-Industrie "zu weit entfernt sein", so daß die relativ größere Marktnähe den Unternehmen der A-Industrie den Ansporn zu eigener F&E gibt.
 - 2) Bei der Adoption bzw. Diffusion und der Preisbildung handelt es sich um simultan ablaufende Vorgänge. Sie werden jedoch aus Gründen der klareren Darstellung der Problematik der Preisbildung für neues Wissen voneinander isoliert, indem zunächst die Determinanten von Angebot und Nachfrage und anschließend die Preisbildung untersucht werden.
 - 3) Vgl. hierzu etwa O. H. Schatz (1967) aaO. S. 67 ff und G. Schätzle, Forschung und Entwicklung als unternehmerische Aufgabe, Köln, 1965, S. 62.

dieser Einwand weitgehend entkräften.

Bei Inangriffnahme von F&E Projekten, ist der Einsatz von qualifiziertem Personal grundsätzlich beliebig auf die einzelnen Projektarten aufteilbar, vor allem dann, wenn das qualifizierte Personal als ein homogener Produktionsfaktor betrachtet wird. Die kleinste zu variierende Einheit ist bei dieser Betrachtungsweise der einzelne Forscher. Sollte im Laufe der Planungsperiode eine Revision der Entscheidung über die zahlenmäßige Aufteilung des eingesetzten Personals nötig werden, so kann dies durch den Abzug von Forschern aus dem ursprünglichen Projektbereich und den Einsatz in einem anderen erfolgen.

Auch die Voraussetzung, daß für das einzelne Unternehmen die Möglichkeit bestehen muß, in allen drei Bereichen, nämlich in der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung und der Entwicklung Mittel zu investieren, bedarf einer näheren Erläuterung. Sie wird deshalb erforderlich, da vor allem die Großunternehmen als Träger der Grundlagenforschung durch empirische Untersuchungen ausgewiesen werden.¹⁾ Zur Erklärung dieses Ergebnisses wird unter anderem der hohe Kapitalbedarf in F&E, besonders im Bereich der Grundlagenforschung angeführt, der eine gewisse Mindestgröße der Unternehmen für eine erfolgreiche F&E Tätigkeit erfordert. Demgegenüber erfolgt die Argumentation im Rahmen des oben beschriebenen Modells unter der Annahme, die Höhe des zur Verfügung stehenden Budgets (mit anderen Worten die Größe des Unternehmens) habe keinen Einfluß auf die Auswahl der Projekte aus den genannten F&E Bereichen.

Für die Analyse dieses Problems ist eine Unterteilung nötig, und

1) Vgl. z. B. K. Berthold (1969) aaO. S. 22 f. Die dort angeführten Zahlen gelten zwar für die USA, sie erweisen sich jedoch im weiteren Verlauf der Analyse Bertholds auch für die BRD als gültig.

zwar in den Anreiz für ein E-Unternehmen, ein Projekt in Angriff zu nehmen, und in die Fähigkeit, dies tatsächlich zu tun. Unsere Argumentation im Modell ist vor allem unter dem erstgenannten Aspekt zu sehen. Der Entscheidungsträger hat eine große Anzahl von potentiellen F&E Projekten vor sich und wählt, entsprechend seiner Nutzenfunktion und dem darin verkörperten Risikoverhalten, ein bestimmtes Projektportefeuille aus den möglichen Aktivitäten aus. Diese Vorgehensweise erscheint deshalb nicht unproblematisch, weil die der Entscheidung zugrundeliegende Nutzenfunktion $U = U(\mu, \sigma^2)$ auf die Verwendung einer Taylorschen Reihe in der Umgebung von μ_G beschränkt wurde¹⁾ und damit nur von lokaler Risikoaversion gesprochen werden kann.²⁾ Damit wird implizit behauptet, daß das Risikoverhalten unabhängig von der Höhe des Budgets ist, d. h. die Aussage über die lokale Risikoaversion stimme mit der über die globale überein. Für die in Abb. 4 (S.68) beschriebenen Indifferenzkurvenscharen unter verschiedenen Wettbewerbssituationen gelten jeweils konstante Risikoaversionskoeffizienten,³⁾ die genau genommen nur in der Umgebung der Entwicklungsstelle μ_G gelten. Jedoch zeigt Pratt, daß "if the risk aversion is constant locally, then it is also constant globally, that is, a change in assets makes no change in preference among risks... therefore it makes sense to speak of "constant risk aversion" without the qualification "local" or "global".⁴⁾ Die Höhe des Budgets hat also in diesem Zu-

1) Vgl. Abb. 3, S. 53.

2) Die Tatsache, daß mit einer quadratischen Nutzenfunktion, die einen von unten konkaven Verlauf aufweist, keine Risikopräferenz beschrieben werden kann, fällt nicht ins Gewicht, da wir aufgrund des angenommenen Sicherheitsstrebens der Unternehmer immer von $U''(\mu) < 0$ ausgehen können.

3) Wobei immer $A > 0$ gilt, A jedoch verschiedene Werte annehmen kann.

4) J. W. Pratt, Risk Aversion in the Small and in the Large, *Econometrica*, Vol. XXXII, 1964, S. 130 und S. 132.

sammenhang keinen Einfluß auf das Risikoverhalten des Unternehmens; es wird gemäß unserer Hypothese allein vom Entlastungsgrad bestimmt.

Auch die Prämisse, das einzelne Unternehmen müsse finanziell und technisch in der Lage sein, bestimmte Forschungsprojekte in Angriff zu nehmen, widerspricht nicht der Realität.

Wohl können Projekte der Grundlagenforschung oder der angewandten Forschung außerhalb der "finanziellen Reichweite" kleinerer Unternehmen liegen, doch wie die Ergebnisse aus dem Modell zeigen, ist der Anteil dieser beiden Forschungsrichtungen dann am größten, wenn der Wettbewerbsgrad am geringsten ist. In diesem Falle ist im allgemeinen auch mit großen Unternehmenseinheiten zu rechnen. Mit dem wachsenden Anteil z. B. der Grundlagenforschung am gesamten Projektportefeuille wird auch die Komplexität innerhalb dieses Bereichs und damit der nötige finanzielle Aufwand steigen. Analoges gilt für die angewandte Forschung.

B. Die Nachfrage nach neuem technischen Wissen

I. Übergang von Invention zu Innovation

Für die Darstellung des Adoptions- und des Diffusionsprozesses einer Invention gehen wir wieder von der Trennung zwischen E- und A-Unternehmen aus. Nach der Diskussion von Determinanten des Angebots an neuem Wissen, stehen nun die Bestimmungsgründe der Nachfrage nach den Produkten der E-Industrie im Vordergrund. Die Nachfrage resultiert aus der Innovationstätigkeit der A-Industrie und der damit verbundenen Diffusion des neuen Wissens. Ihre Analyse ist hauptsächlich aus zwei Gründen nötig:

- 1) Potentieller technischer Fortschritt wird erst dann realisiert, wenn die Erweiterung des Bestandes an Wissen auch zu dessen (möglichst umfassender) ökonomischer Anwendung führt.
- 2) Um zu Aussagen über die Preisbildung auf einem Markt für neues technisches Wissen zu gelangen, sind Kenntnisse bzw. Annahmen über die Nachfrage nach diesem Gut vor auszusetzen.

Während unter dem Begriff "Invention" aufgrund der bisherigen Ausführungen die Produktion von neuem Wissen verstanden wird, ist die Interpretation von Inhalt und Bedeutung der "Innovation" in Hinsicht auf die anschließende Untersuchung noch einmal aufzugreifen.¹⁾

In einem E/A-Unternehmen sind die beiden Vorgänge naturgemäß schwer auseinanderzuhalten, obwohl dies aus Gründen einer genaueren theoretischen Analyse immer wieder versucht wird.²⁾ Vor allem im Bereich der Entwicklung, wo z. B. anhand von Versuchsanlagen (pilot-plants) ein neues Verfahren getestet wird, fällt es

1) Vgl. auch S. 15 dieser Arbeit

2) Vgl. z. B. L. Jüttner-Kramny (1970) aaO. S. 12 ff.

schwer, den Übergang von der Invention zur Innovation zu isolieren. Diese Schwierigkeit entfällt weitgehend,¹⁾ wenn von einer Trennung zwischen E- und A-Industrie ausgegangen wird. Alle Vorgänge im E-Sektor seien als Invention, diejenigen im A-Sektor als Innovation bezeichnet. Diese Grobeinteilung stellt aus zweierlei Gründen eine Vereinfachung dar:

- (a) Es wird unterstellt, daß mit dem Erwerb des neuen Wissens ohne zeitliche Verzögerung dessen Anwendung erfolgt.
- (b) Sämtliche Erwerber des neuen Wissens werden als Innovatoren angesehen, obwohl nach herkömmlicher Definition nur die erste ökonomische Anwendung einer Invention als Innovation bezeichnet wird.²⁾

Diese beiden Vereinfachungen sind indes nicht schwerwiegend, da man einmal davon ausgehen kann, daß der Käufer des neuen Wissens aufgrund von Rentabilitätsüberlegungen daran interessiert sein wird, das erworbene Gut möglichst schnell in Gebrauch zu nehmen. Zum anderen wird weiter unten gezeigt, daß zwar graduelle Unterschiede im innovatorischen Verhalten der A-Unternehmen auftreten, aber dennoch eine bestimmte Invention für die sich ein Unternehmen nach Ablauf des Adoptionsprozesses entscheidet, eben für dieses Unternehmen eine Innovation darstellt. Der Innovationsbegriff wird demnach sehr weit gefaßt, was allerdings durchaus dem ebenfalls umfassenden Begriff des neuen ökonomisch verwertbaren Wissens als Produkt der E-Industrie entspricht. Eine ebenso weite Begriffsfassung der Innovation erfolgte

1) Eine gewisse Einschränkung erfolgt deshalb, weil auch im folgenden Fall der Anwender des neuen technischen Wissens noch eine bestimmte, in den einzelnen Betrieben unterschiedlich ausgeprägte Entwicklungstätigkeit zu leisten hat. Sie besteht darin, daß er das erworbene Wissen in den Produktionsprozeß zu integrieren hat. Auf diesen Sachverhalt wird noch ausführlicher eingegangen (vgl. S. 118 f).

2) Vgl. z. B. H. Geschka: Forschung und Entwicklung als Gegenstand betrieblicher Entscheidungen, Meisenheim/Glan, 1970, S. 25.

durch Schumpeter: "Technological change in the production of commodities already in use, the opening of new markets or of new sources of supply, Taylorization of work, improved handling of material, the setting up of new business organizations... in short any "doing things differently" in the realm of economic life all these are instances of what we shall refer to by the term innovation".¹⁾ Invention und Innovation sind auch bei Schumpeter zwei scharf zu trennende Vorgänge.²⁾ Im Gegensatz zu uns ist er jedoch der Meinung, daß die Invention ein "element without importance to economic analysis"³⁾ ist. Demzufolge stellt sich Schumpeter nicht die Frage, wie der Innovator an das für die Innovation nötige neue Wissen herankommt bzw. aus welchen Quellen er dieses Wissen beziehen könnte.⁴⁾ Andererseits sieht er eine irgendwie geartete Beziehung zwischen dem Prozeß der Invention und dem der Innovation, denn "the social process which produces inventions and the social process which produces innovations do not stand in any invariant relation to each other and such relation as they display is much more complex than appears at first sight."⁵⁾

Im zweiten und dritten Teil der Arbeit wird deshalb versucht, den Übergang von Invention zu Innovation anhand des Modells einer E-

-
- 1) J. A. Schumpeter, *Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalistic Process*, New York/London, 1939, Vol. I, S. 89.
 - 2) "... the making of the invention and the carrying out of the corresponding innovation are, economically and sociologically, two entirely different things." J. A. Schumpeter (1939) aaO. S. 85.
 - 3) J. A. Schumpeter (1939) aaO. S. 85.
 - 4) Eine ähnliche Kritik an Schumpeter's Theorie der Innovation findet sich bereits bei C. S. Solo, *Innovations in the Capitalistic Process: A Critique of the Schumpeterian Theory*, QJE, Vol. LXV, 1951, S. 422 f.
 - 5) J. A. Schumpeter (1939) aaO. S. 86.

und einer A-Industrie darzustellen, denn "this important step is by no means automatic."¹⁾ Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist die Annahme, daß ein E-Unternehmen den für eine Innovation in Frage kommenden Unternehmen der A-Industrie eine Invention anbietet. Von welchen Faktoren hängt dann die Annahme dieser Invention durch die potentiellen Innovatoren ab? Warum nehmen einige Unternehmen die Invention früher, andere jedoch zu einem späteren Zeitpunkt bzw. überhaupt nicht an? Sind es immer wieder dieselben Unternehmen, die als Innovatoren auftreten oder wechseln sie in der "technischen Progressivität" ab? Läßt sich aus dem Verhalten einer größeren ökonomischen Einheit z.B. einer Branche der A-Industrie eine Nachfragekurve nach den Produkten der E-Industrie ableiten? Um die aufgezeigten Probleme analysieren zu können, werden zwei Modelle gebildet, die den Ablauf von Adoptions- und Diffusionsprozessen zum Inhalt haben. Da zwischen der Adoption und der Diffusion von neuem Wissen unterschieden wird, ist den Modellen eine Abgrenzung beider Vorgänge voranzustellen.

1) W. R. Maclaurin, The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth, QJE, Vol. LXVII, 1953, S. 105.

II. Adoptions- und Diffusionsprozeß

1. Abgrenzung zwischen der Adoption und Diffusion einer Invention

Der Adoptionsprozeß, in dessen Verlauf eine Invention durch ein bestimmtes A-Unternehmen angenommen oder abgelehnt wird, ist grundsätzlich auf die Beziehung E- zu A-Unternehmen ausgerichtet und als bilaterale Relation zu interpretieren. Rogers bezeichnet den Vorgang als "mental process."¹⁾ Diese Charakterisierung deutet darauf hin, daß hier spezifische Faktoren des Entscheidungsträgers wirksam werden, die in Verbindung mit rationalen Erwägungen zu einem Beschluß über das weitere "Schicksal" der Invention in dem betreffenden A-Unternehmen führen.

Dagegen sind bei dem Diffusionsprozeß einer Invention zweierlei Beziehungen zu beobachten: Einmal die zwischen E- und A-Unternehmen (= Erwerb oder Nichterwerb der Invention) und zum anderen die Beziehung zwischen den A-Unternehmen als Konkurrenten. Dies bedingt die Notwendigkeit, außer den spezifischen Einflußfaktoren, die bei der Annahme (bzw. Ablehnung) von neuem Wissen wirksam werden, auch solche Determinanten einzubeziehen, die vom Markt her den Verlauf des Diffusionsprozesses beeinflussen. Die enge Verbindung beider Prozesse hat folgende Konsequenzen:

- 1) Die einzelnen Adoptionsprozesse sind Voraussetzung für die Diffusion von Inventionen.²⁾
- 2) Inventionen, die sich durch kurze Adoptionsprozesse auszeichnen, werden relativ kurze Diffusionsprozesse aufweisen.
- 3) Die Determinanten beider Prozesse werden weitgehend identisch sein.

1) Vgl. E. M. Rogers, Diffusion of Innovations, New York, London, 1962, S. 118.

2) Diese Aussage beinhaltet, daß jeder Anwendung einer Invention durch ein A-Unternehmen ein Adoptionsprozeß vorgelagert ist, auch wenn der Diffusionsprozeß bereits abläuft.

Auf einen weiteren Gesichtspunkt sei noch kurz hingewiesen. Der Adoptions- und der Diffusionsprozeß einer Invention, die durch ein E-Unternehmen hervorgebracht wurde, unterscheiden sich grundsätzlich von denen einer Invention, die für die Eigenverwendung in einem E/A-Unternehmen vorgesehen ist und auch im Unternehmen selbst produziert wurde. Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Interessenlage der beiden Unternehmenskategorien.

Zur Illustration dieses Sachverhalts sei die Übermittlung einer Invention durch ein E- an ein A-Unternehmen als ein Problem der Kommunikationstheorie¹⁾ interpretiert. Soll eine Kommunikation zustande kommen, so müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:²⁾

- (1) Sender; (2) Information; (3) Informationskanal; (4) Empfänger;
- (5) Aufnahmebereitschaft seitens des Empfängers; (6) Verständliche Sprache; (7) Zeit für den Ablauf des Kommunikationsprozesses und
- (8) es muß zumindest ein Ziel verfolgt werden.

Für uns sind vor allem die Punkte (1), (2), (4) und (5) relevant. Im herkömmlichen System, d. h. in den E/A-Unternehmen, die ihre F&E Ergebnisse, die sie selbst zu nutzen gedenken, durch Patente absichern können, wird die wichtigste Voraussetzung, nämlich das Vorhandensein eines Senders, weitgehend nicht erfüllt

1) Zur Kommunikationstheorie vgl. z. B. F. M. Reza, An Introduction to Information Theory, New York, 1961; R. L. Meier, A Communications Theory of Urban Growth, Published for the Joint Center for Urban Studies of the Massachusetts Institute of Technology and Harvard University, 2. Aufl., 1965 und C. E. Shannon and W. Weaver, The Mathematical Theory of Communication, 11. Aufl. Urbana, 1967.

2) Vgl. hierzu R. L. Meier (1965) aaO. S. 8 ff.

sein.¹⁾ Ein E/A-Unternehmen, das neues technisches Wissen entwickelt hat und damit Vorteile gegenüber seinen Konkurrenten auf der gleichen Ebene gewinnen kann,²⁾ wird bemüht sein, dieses Wissen für sich zu behalten und dafür zu sorgen, möglichst wenig Informationen darüber nach außen gelangen zu lassen. Dieses Bemühen kann sogar soweit gehen, daß darauf verzichtet wird, ein Patent auf das neue Wissen zu erwerben. Damit bleibt Konkurrenten der Einblick verwehrt und deren F&E Interessen werden gar nicht erst in eine bestimmte Richtung gelenkt. Es unterbleibt also in der beschriebenen Situation ein Informationsfluß, der einer Diffusion des neuen Wissens dienlich wäre.

Anders verhält es sich im Falle der Trennung zwischen E- und A-Unternehmen. Die Bedingungen (1), (2) und (4) sind erfüllt.³⁾ Das E-Unternehmen (= Sender) wird seine Informationen (= Invention) möglichst vielen A-Unternehmen (= Empfänger) zukommen lassen und damit für eine intensive Kommunikation Sorge tragen. Hierfür ist es für das E-Unternehmen von Bedeutung, über das mögliche Verhalten der A-Unternehmen bei der Konfrontation mit neuem Wissen im Rahmen des Adoptionsprozesses Informationen zu sammeln und abzuschätzen, wie der Diffusionsprozeß einer bestimmten Invention voraussichtlich ablaufen wird. Die folgenden Abschnitte beziehen sich deshalb zunächst auf Aussagen über den

-
- 1) Ausnahmen hiervon können z. B. auftreten, wenn ein E/A-Unternehmen aufgrund besonders gelagerter Absatzinteressen bereit ist, Lizenzen an ausländische Unternehmen bzw. regional abgegrenzte Unternehmen zu verkaufen und damit für eine begrenzte Diffusion des neuen Wissens gesorgt wird. Auf Informationskanäle, die außerhalb der gesetzlichen Richtlinien verlaufen (z. B. Industriespionage), wird nicht näher eingegangen.
 - 2) Diese Interessenlage setzt voraus, daß das E/A-Unternehmen in der Eigenverwendung einer Invention einen höheren Nutzen sieht als bei deren Veräußerung. Vgl. hierzu S.104 dieser Arbeit.
 - 3) Bedingung (5) (d. h. die Aufnahmebereitschaft) dürfte dagegen in recht unterschiedlichem Maße vorhanden sein, eine Feststellung, die noch einer näheren Erläuterung bedarf (vgl. hierzu S.131 ff).

Adoptionsprozeß einer Invention und anschließend auf die Analyse des Diffusionsprozesses.

2. Analyse des Adoptionsprozesses einer Invention

2.1. Die Phasen des Adoptionsprozesses

Die Annahme oder die Ablehnung einer der A-Industrie angebotenen Invention ist keine einmalige, autonome Entscheidung des betreffenden Aktors, sondern der Abschluß eines Entscheidungsprozesses. Die Interpretation des Adoptionsprozesses als Entscheidungsprozeß geht auf Wilkening¹⁾ zurück. Er beschreibt den Entscheidungsvorgang als "a process composed of learning, deciding, and acting over a period of time."²⁾

Rogers unterscheidet fünf Stufen des Adoptionsprozesses:³⁾

- (1) Erste Konfrontation mit der Invention in Form des Gewahrwerdens ("awareness stage"). Hauptzweck dieser Phase ist nach Rogers die weitere Beschäftigung des Aktors mit der für ihn neuen Idee.
- (2) Der Aktor bekundet sein Interesse an der Invention, indem er weitere Informationen darüber sammelt, also von einer eher passiven Haltung in Stufe eins in eine aktive Haltung übergeht. Das Interesse ist jedoch noch sehr allgemein gehalten, ohne den Wert der Invention für die eigene Situation näher zu prüfen ("interest stage").
- (3) Der potentielle Innovator vollzieht ein gedankliches Experiment indem er die Invention auf seine spezifische gegenwärtige und

1) Vgl. E. A. Wilkening, Adoption of Improved Farm Practices as Related to Family Factors, Wisconsin University, Research Bulletin, 183, 1953.

2) Derselbe, ebenda, S. 9.

3) Vgl. E. M. Rogers (1962) aaO. S. 81 ff.

zu erwartende Umwelt überträgt und sich überlegt, ob er die Invention erwerben soll oder nicht ("evaluation stage").

- (4) Nachdem sich der Akteur in der dritten Stufe darüber klar wurde, daß er die Invention erwerben will, erfolgt nun die tatsächliche praktische Anwendung der Invention, d. h. die Innovation. Sofern es sich um ein teilbares Gut handelt, wird das A-Unternehmen bestrebt sein, möglichst kleine Einheiten hinsichtlich des Wertes für das eigene Unternehmen zu testen.¹⁾ Diese Teststufe ("trial stage") ist naturgemäß für die endgültige Entscheidungsfindung, die in der fünften Stufe erfolgt, von besonderer Bedeutung.
- (5) Von den Ergebnissen der vierten Stufe hängt es schließlich ab, ob sich der A-Unternehmer für den vollen und dauerhaften²⁾ Gebrauch der angebotenen Invention entscheidet oder ob er von einem Kauf absieht ("adoption stage").

Der hier angeführten Aufspaltung des Adoptionsprozesses in einzelne Stufen, wie sie Rogers vornimmt,³⁾ werden wir in den Grundzügen folgen. Jedoch erscheint für unsere Zwecke eine Dreiteilung

-
- 1) Hier ergeben sich gewisse Schwierigkeiten in der Gestaltung der Beziehungen zwischen E- und A-Unternehmen. Wenn eine Invention von einem A-Unternehmen "ausprobiert" wird, so setzt dies in der Regel den Erwerb dieser Invention voraus, so daß hiermit der Übergang von der E-Industrie zur A-Industrie praktisch vollzogen ist. Jedoch ist es durchaus denkbar, daß das E-Unternehmen die Nützlichkeit der Invention demonstriert, ihre volle Anwendung durch das A-Unternehmen jedoch an den Kauf einer Lizenz gebunden ist. Auf diese Probleme wird weiter unten ausführlich eingegangen (vgl. S. 181 ff).
- 2) "Dauerhaft" ist hier als die Zeitspanne zu verstehen, die vergeht, bis wiederum ein neues Gut erworben wird, das das aktuelle ersetzt.
- 3) Empirische Überprüfungen dieser "Stufentheorie" ergaben weitgehend positive Resultate. Vgl. z. B. G. M. Beal a. o., Validity of the Concept of Stages in the Adoption Process, Rural Sociology, Vol. XXII, 1957, S. 166 ff; J. H. Copp a. o., The Function of Information Sources in the Farm Practice Adoption Process, Rural Sociology, Vol. XXIII, 1958, S. 146 ff.

ausreichend, da sich z. B. die Stufen (1) und (2) bzw. (3) und (4) empirisch sehr schwer trennen lassen und auch eine Dreiteilung die Analyse von Möglichkeiten der Einflußnahme auf den Entscheidungsprozeß des A-Unternehmens durch das E-Unternehmen zuläßt. Als Ergebnis dieser Überlegungen wird der Adoptionprozeß für die folgenden Untersuchungen nurmehr in drei Stufen eingeteilt; nämlich in die awareness-stage (einschließlich interest-stage), die evaluation-stage (einschließlich trial-stage) und die adoption-stage. Es wird angenommen, daß die einzelnen Stufen in den Entscheidungsprozessen aller potentiellen Erwerber der Invention enthalten sind. Die einzelnen Phasen besitzen jedoch eine unterschiedliche zeitliche Ausdehnung bei den verschiedenen A-Unternehmen.¹⁾ Sie stellt das Hauptkriterium für die Einstufung der einzelnen A-Unternehmen in verschiedene Übernehmerkategorien dar. Auch in dieser Hinsicht folgen wir Rogers, der folgende Einteilung trifft:²⁾ Innovatoren (innovators), frühe Übernehmer (early adopters), frühe Mehrheit (early majority), späte Mehrheit (late majority) und Nachzügler (laggards).³⁾

Besonders wichtig für den ökonomischen Erfolg oder Mißerfolg einer Invention ist das Verhalten der beiden Kategorien "Innovatoren" und "frühe Übernehmer".

Ein E-Unternehmen, das der A-Industrie eine Invention anbietet, muß bestrebt sein, diejenigen Gruppen anzusprechen, bei denen die Wahrscheinlichkeit der Übernahme am größten ist. Dies dürfte bei

1) Setzt man z. B. den gleichzeitigen Eintritt aller potentiellen Innovatoren in die Stufe (1), also die awareness-stage voraus, so ergibt die Zusammenfassung der individuellen Adoptionsprozesse der A-Unternehmen die Gesamtdauer des Diffusionsprozesses für eine Invention. Dieser Idealfall kann z. B. allein schon durch räumliche Differenzierung des Informationsflusses gestört werden. Vgl. dazu auch H. Siebert, Zur interregionalen Verteilung neuen technischen Wissens, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. CXXIII, 1967, S. 231 ff (bes. S. 235 ff).

2) Vgl. E. M. Rogers (1962) aaO. S. 161 ff.

3) Vgl. hierzu Abb. 17 S. 165.

den genannten Gruppen der Fall sein, da die Bedingungskonstellation (1), (2), (4) und (5) hier am besten von allen Gruppen erfüllt ist. Nach Rogers und auch Kiefer ist die Bereitschaft der Innovatoren, ein "kalkuliertes Risiko" einzugehen,¹⁾ ebenso wie bei den "frühen Übernehmern", am ausgeprägtesten vorhanden. Die Bedeutung beider Gruppen für die Adoption von neuem Wissen durch die den Ersterwerbern folgenden Gruppen (und damit für den gesamten Diffusionsprozeß) liegt in einem Demonstrations-effekt. Damit wird das Verhalten der "Innovatoren" und "frühen Übernehmer" zu einem wesentlichen Bestandteil des Markterfolges einer Invention.

Für den Vertrieb der Inventionen durch die E-Unternehmen ist deshalb die Frage relevant, ob die "technical leadership"²⁾ im Zeitablauf bei denselben Unternehmen verbleibt oder ob sie wechselt. Eine mögliche Antwort auf diese Frage hängt eng mit der Abgrenzung der Zeitdauer und der Art der Inventionen zusammen. Legt man der Analyse die in Abb. 15 (S. 162) dargestellten Diffusionskurven zugrunde, so ergeben sich Zeitspannen von wenigen Monaten bis zu drei Jahrzehnten. Wird nun nach einer erfolgreichen Invention (= relativ kurze Diffusionsdauer) für denselben Bereich ökonomisch relevantes neues technisches Wissen angeboten, so kann es aus verschiedenen Gründen (z. B. ist die bisherige Nutzungsdauer des angewandten Verfahrens noch zu kurz, als daß dessen Substitution durch ein neues Verfahren ökonomisch sinnvoll ist) zu einem Wechsel in der technischen Führung auch in kürzerer Sicht kommen. Längerfristig gesehen ist die Möglichkeit gegeben, daß sich ein ehemals aggressives Management "abnutzt" oder bei den früher als Nachzügler eingestuften Unternehmen ein neues, ri-

1) Vgl. E. M. Rogers (1962) aaO. S. 169 und K. Kiefer, Die Diffusion von Neuerungen, Tübingen, 1967, S. 47.

2) Vgl. E. Mansfield (1968) aaO. S. 168.

sikofreudigeres Management etabliert, was zu Veränderungen im Verhalten führen kann. Andererseits ist indes eine Entwicklung denkbar, die eine ständige Überlegenheit der Innovatoren mit sich bringt, Innovationen durchzuführen, da die erfolgreichen Entscheidungen der Vergangenheit einen genügend großen Spielraum schaffen, um neue Vorhaben in Angriff nehmen zu können. Rogers kommt in einer empirischen Untersuchung über die Mobilität zwischen den einzelnen Übernehmerkategorien bei 104 Farmern in Ohio zu dem Ergebnis, daß im Zeitraum von 1957 - 1959 ungefähr die Hälfte von einer Kategorie in die andere wechselte.¹⁾ Nur selten wechselten die Farmer über mehr als eine Kategorie nach beiden Seiten.

Für den industriellen Bereich liegen Ergebnisse von Mansfield vor, der die Verhältnisse in bezug auf die technische Führung in der Stahl-, Brauerei-, der Kohleindustrie und bei den Eisenbahngesellschaften analysiert.²⁾ Die Ausgangshypothese Mansfields lautet: Je länger die Zeitspanne zwischen zwei Innovationen ist, desto geringer ist die Tendenz, daß ein Unternehmen beide Innovationen durchführt.³⁾ Für die ökonometrische Überprüfung dieser Hypothese stellt Mansfield eine einfache lineare Gleichung auf:

$$p_{qr} = v + wt_{qr} + Z_{qr}$$

-
- 1) Vgl. E. M. Rogers, Unpublished data from a statewide random sample of 104 farmers and 88 farm housewives in Ohio, Columbus, 1957 und E. M. Rogers, Unpublished data from a statewide random sample of 104 farmers in Ohio originally interviewed in 1957, Columbus, 1959. Zitiert nach E. M. Rogers (1962) aaO. S. 189.
 - 2) Vgl. E. Mansfield (1968) aaO. S. 168 ff.
 - 3) In unserer Terminologie müßte diese Hypothese lauten: Je länger die Zeitspanne zwischen zwei Inventionen der E-Industrie ist, desto geringer ist die Tendenz, daß ein A-Unternehmen in beiden Fällen als Ersterwerber auftritt.

(p_{qr} = Korrelationskoeffizient zwischen der Zeitspanne, die ein Unternehmen verstreichen läßt, bis es die q-te Innovation durchführt und der Zeitspanne, die vergeht, bis die r-te Innovation des gleichen Unternehmens stattfindet; t_{qr} = Intervall (in Jahren) zwischen den Zeitpunkten der ersten kommerziellen Verwendung dieser Innovation; Z_{qr} = Zufallsterm; v, w = Koeffizienten).

Das Ergebnis der Schätzung (wobei w nach Mansfield in allen Industrien übereinstimmen soll) lautet:

$$p_{qr} = \begin{pmatrix} 0.66 \\ 0.40 \\ 0.28 \\ 0.30 \end{pmatrix} - 0.012 t_{qr} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (0.004)$$

Aus den Werten für die Korrelationskoeffizienten schließt Mansfield: "... although there is some tendency, technical leadership does not seem to be very highly concentrated in most of these industries."²⁾ Diese Folgerung ist ebenso wie die zahlenmäßigen Ergebnisse von Mansfield zu diesem Problem nur mit Einschränkungen akzeptierbar, da die oben angeführte Regressionsgleichung zu stark vereinfacht erscheint (ebenso wie die Annahme, daß w in allen Industrien übereinstimmt). Wichtige Einflußfaktoren, wie z. B. die Art der Invention oder deren Wirtschaftlichkeit, wurden nicht berücksichtigt.³⁾ Jedoch werden die Ergebnisse von Mansfield ihrer Tendenz nach durch Resultate von Shen⁴⁾ unterstützt. Nach Shen weist die Analyse des Innovationsverhaltens von Unternehmen in 14 Industriezweigen in der Periode 1935 - 1959 auf eine hohe technische Mobilität zwischen den Unternehmen hin. Demnach bleibt im bezug auf die technische Führerschaft innerhalb eines Industriezweigs festzuhalten, daß Aussagen über ihre Kontinuität sowohl aufgrund theoretischer Überlegungen als auch auf der

-
- 1) Die Zahlen in der geschwungenen Klammer stehen für die vier Industrien in der im Text genannten Reihenfolge.
 - 2) E. Mansfield (1968) aaO. S. 170.
 - 3) Der Grund hierfür dürfte in Zugeständnissen an das vorhandene statistische Material liegen.
 - 4) Vgl. T. Y. Shen, Competition, Technology and Market Shares, Review of Economics and Statistics, Vol. XLX, 1968, S. 100 (Tab. 3).

Grundlage empirischer Untersuchungen nicht zuverlässig sind. Orientierungsgrößen für ein E-Unternehmen, das seine Informationen über eine Invention gezielt in diejenigen A-Unternehmen lenken möchte, die sie mit der größten Wahrscheinlichkeit annehmen, können deshalb nur die Beurteilung des bisherigen Verhaltens der potentiellen Erwerber und die Ergebnisse einer eingehenden Prüfung der Bedürfnisse hinsichtlich der Verwendung neuen Wissens in A-Unternehmen im Einzelfall sein.

2.2. Modell des Adoptionsprozesses

2.2.1. Modellansatz

Ausgangspunkt ist das Angebot einer Invention durch ein E-Unternehmen an ein A-Unternehmen. Damit ist der Adoptions- und mit ihm der Entscheidungsprozeß des potentiellen Innovators eingeleitet. Nach Abschluß der awareness-stage erfolgt der Eintritt in die evaluation-stage, dem "gedanklichen Experimentieren" hinsichtlich des Nutzens des angebotenen Gutes in bezug auf die Zielerfüllung des A-Unternehmens. In diesem Stadium des Prozesses ist der Akteur gezwungen, die hauptsächlichsten Faktoren, die für oder gegen die Innovation sprechen, gegeneinander abzuwägen. Um die evaluation-stage eingehender zu analysieren, gehen wir von der "Innovationsfunktion", einer Art Investitionsfunktion aus. Als unabhängige Variable werden Z , S und R in die Funktion eingeführt. Die Symbole haben folgende Bedeutung: Die Größe Z stellt den Grad der Zielerfüllung durch die angebotene Invention im Vergleich mit dem angewandten Wissen dar, in S sind das technische Risiko und das Marktrisiko der Invention zusammengefaßt und R beinhaltet Aussagen über die Wettbewerbsintensität, der sich das Unternehmen ge-

genübersieht.¹⁾ Formal ergibt sich daraus:

$$I = I(Z, S, R)$$

I kann als Innovationsneigung des A-Unternehmens interpretiert werden. Die Variablen Z, S und R bedürfen aufgrund ihres globaleren Charakters einer näheren Erläuterung.

Der Entscheidungsprozeß des A-Unternehmens ist auf die Erfüllung eines bestimmten Ziels wie z. B. Streben nach hohen Wachstumsraten, nach Sicherung des Marktanteils oder nach Maximierung des Nutzens ausgerichtet. Simultan mit der Festlegung auf ein beliebiges Ziel (bzw. mehrere Ziele) gibt sich das Unternehmen ein gewisses Anspruchsniveau vor. Hat es nun die Wahl, eine Innovation durchzuführen oder davon Abstand zu nehmen,²⁾ so wird es prüfen, ob die angebotene Invention besser geeignet ist, das vorgegebene Anspruchsniveau zu erreichen oder sich ihm zumindest zu nähern, als das zu diesem Zeitpunkt angewandte Wissen.³⁾ Die Differenz zwischen der erwarteten Erfüllung des Anspruchsniveaus mit dem neuen Wissen z_1 und derjenigen

-
- 1) Damit wird auch hier, wie bereits bei der Analyse des Entscheidungsprozesses bei E-Unternehmen, die Wettbewerbsintensität aus den Umweltbedingungen isoliert.
 - 2) Für den im folgenden zu beschreibenden Entscheidungsprozeß eines A-Unternehmens, der zur Annahme oder Ablehnung einer Invention eines E-Unternehmens führt, könnte ohne Schwierigkeiten wiederum der bereits bei der Auswahl von F&E Projekten zugrundeliegende Portfolio Ansatz herangezogen werden. Um jedoch den starken Einfluß der auf einem Markt der Anwendungsindustrie herrschenden Interdependenzen zwischen den Handlungen der einzelnen A-Unternehmen auf die Adoptionswahrscheinlichkeit ausführlicher darstellen zu können, wird mit der oben angeführten "Innovationsfunktion" gearbeitet.
 - 3) Auf diesen Zusammenhang greift Hall auch bei der Analyse des Entscheidungsprozesses im F&E Bereich (1954-57) zurück. Aus seinen Berechnungen ergibt sich ein bedeutender Einfluß der Variablen "Erfüllung eines vorgegebenen Anspruchsniveaus" auf die F&E Entscheidungen. Vgl. M. M. Hall, Investment in Research and Development: A Statistical Study, Ph. D., University of Wisconsin, 1961 (Mikrofilm-Ausgabe, Michigan, 1971) S. 89.

mit Hilfe des angewandten Wissens z_2 stellt die in die Funktion eingeführte Größe Z dar. Demnach ist

$$Z = z_1 - z_2 .$$

Je größer diese Differenz ist, desto größer wird die Innovationsneigung des A-Unternehmens im Hinblick auf eine bestimmte Invention sein, also $\frac{\partial I}{\partial Z} \geq 0$. Der Fall $\frac{\partial I}{\partial Z} = 0$ tritt dann ein, wenn sich das A-Unternehmen für die Ablehnung der Invention entschließt, da (bei Konstanz von R und S) $z_1 = z_2$. Im Laufe der Modellanalyse werden verschiedene Zielsetzungen des A-Unternehmens in Betracht gezogen, die in Verbindung mit den anderen Innovationsdeterminanten zu unterschiedlichen Innovationsneigungen führen können.

Da es sich bei der Innovation wie bei jeder Investitionsentscheidung um eine in die Zukunft gerichtete Maßnahme handelt, ist sie mit Unsicherheit verbunden. Dem Risiko soll in der Größe S in zweifacher Hinsicht Rechnung getragen werden: Einmal durch die Einführung eines technischen Risikos s_t und zum anderen durch die des Marktrisikos s_m . Damit liegt hier eine ähnliche Unterscheidung vor, wie wir sie schon bei der Zusammenstellung der Projektkombinationen eines E-Unternehmens getroffen haben. Das technische Risiko für das A-Unternehmen kann jedoch nicht in der Lösung technischer Probleme liegen, die eine ökonomisch sinnvolle Anwendung der Invention erst ermöglichen, denn wir gehen davon aus, daß das E-Unternehmen eine anwendungsreife Invention anbietet. Das technische Risiko des A-Unternehmens liegt vielmehr in der Integration des neuen Wissens in den vorhandenen betrieblichen Prozeßablauf und in einem mehr oder weniger langen Lernprozeß, der dem Unternehmen das spezifische "know-how" vermittelt, das es ihm ermöglicht, das neue Wissen im Sinne der von ihm angestrebten Ziel-

erfüllung optimal auszunützen.¹⁾ Unter dem Marktrisiko einer Innovation soll folgender Sachverhalt verstanden werden: Geht ein A-Unternehmen z. B. von einer bestimmten Nachfrageentwicklung aus, die den prognostizierten Zuwachsraten unter Berücksichtigung seines Marktanteils entspricht und kommt es infolge dieser Erwartungen zu einer positiven Innovationsentscheidung, so kann sich die Innovation im Nachhinein als Fehlschlag erweisen, wenn sich die Erwartungen des Unternehmens hinsichtlich der Nachfrageentwicklung nicht erfüllen.²⁾

Diese beiden Aspekte, technisches Risiko und Marktrisiko, bilden zusammen die Größe S, das Gesamtrisiko einer Innovation, woraus sich

$$S = s_t + s_m$$

ergibt. Je größer S ist, desto kleiner ist ceteris paribus I, d. h. $\frac{\partial I}{\partial S} < 0$. Damit unterstellen wir auch bei den A-Unternehmen Risikoaversion.

Das A-Unternehmen trifft seine Entscheidung über die Annahme oder die Ablehnung einer Invention nicht nur aufgrund unternehmensspezifischer Einflußgrößen, sondern orientiert sich zusätzlich an den vorliegenden Umweltbedingungen. Besondere Bedeutung kommt auch in diesem Zusammenhang der Intensität des Wettbewerbs zu. Es wurde bereits weiter oben erwähnt,³⁾ daß eine hohe Wettbewerbsintensität mit einem geringen Entlastungsgrad des einzelnen Unternehmens einhergeht und umgekehrt. Der Begriff des

-
- 1) Vergleichend ist jedoch festzustellen, daß das technische Risiko bei der Produktion neuen Wissens innerhalb eines E-Unternehmens größer ist, als bei dessen Anwendung durch ein A-Unternehmen, da es bei letzterem "nur" um die Verwendung bekannten Wissens geht.
 - 2) Eine derartige Fehlinvestition hätte dann wiederum Rückwirkungen auf Z, denn es könnte der Fall $z_1 < z_2$ eintreten, so daß $Z < 0$ werden würde.
 - 3) Vgl. S. 63 ff dieser Arbeit.

Entlastungsgrads bezieht sich auch hier auf die Notwendigkeit für das Unternehmen, sich im Wettbewerb mit den Konkurrenten im Markt zu behaupten. Damit greifen wir zur Beschreibung des Wettbewerbs zwischen den Marktteilnehmern nicht nur auf die Unterscheidung nach Marktformen in bezug auf die Zahl der Anbieter wie z. B. vollständige Konkurrenz, Oligopol oder Monopol zurück, sondern charakterisieren die Wettbewerbsintensität vor allem anhand der Interdependenzen zwischen den Aktivitäten der A-Unternehmen. Herrscht in dem betrachteten Markt ein geringer Entlastungsgrad, so ist die Abhängigkeit des einzelnen Unternehmens von den Handlungen der(oder eines) anderen Mitanbieter(s) sehr stark ausgeprägt. Das Gegenteil ist bei einem hohen Entlastungsgrad der Fall.

Durch die Definition der Wettbewerbsintensität mit Hilfe des Entlastungsgrads wird es möglich, mit der Nachfrageentwicklung eine weitere wichtige Determinante der Innovationsneigung in die Analyse einzubeziehen. Es ist durchaus denkbar, daß sich die Wettbewerbsintensität in Zeiten rückläufiger Nachfrage erhöht, wobei der Entlastungsgrad sukzessive geringer wird. Die veränderte Nachfragesituation kann sich dann auf die Innovationsneigung eines Unternehmens positiv auswirken, da es versuchen wird, durch eine bestimmte Innovation Wettbewerbsvorteile gegenüber den Konkurrenten aufzubauen.¹⁾ Die Interdependenzen zwischen den etablierten Unternehmen sollen im folgenden als aktuelle Wettbewerbsintensität r_a bezeichnet werden.

Neben dem aktuellen spielt der potentielle Wettbewerb r_p eine wesentliche Rolle bei der Innovationsentscheidung des A-Unterneh-

1) Hiermit wird bereits angedeutet, daß wir uns auf die Innovationsfähigkeit als Aktionsparameter eines A-Unternehmens beschränken. Andere Parameter wie z. B. Preispolitik, Werbemaßnahmen etc. werden weitgehend ausgeklammert.

mens. Durch die Angebote der E-Industrie ist grundsätzlich jedem potentiellen Konkurrenten der etablierten Unternehmen die Möglichkeit gegeben, die zur Diskussion stehenden Inventionen zu erwerben und in den Markt einzudringen, soweit ihn keine anderen Eintrittsbarrieren daran hindern. Da die Absatzpolitik des E-Unternehmens darauf abzielen muß, die Invention an möglichst viele Anwender zu verkaufen, wird diese Tendenz noch verstärkt. Damit findet mit dem potentiellen Wettbewerb neben dem aktuellen Wettbewerb ein weiterer Faktor Eingang in den Entscheidungskalkül des A-Unternehmens.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich

$$R = r_a + r_p.$$

Als zusammenfassende Hypothese läßt sich aus dem Gesagten folgendes ableiten: Je größer die Wettbewerbsintensität (bzw. je geringer der Entlastungsgrad eines A-Unternehmens), desto größer ist die Innovationsneigung; also $\frac{\partial I}{\partial R} > 0$.

Die Grundlage der nun durchzuführenden Modellanalyse ist die Innovationsfunktion

$$I = I(Z, S, R)$$

mit den Eigenschaften:

$$\frac{\partial I}{\partial Z} \geq 0; \frac{\partial I}{\partial S} < 0 \text{ und } \frac{\partial I}{\partial R} > 0.$$

Den Rahmen der Analyse bildet wiederum das "Entlastungsprinzip", dessen verschiedenartige Ausgestaltung auf unterschiedliche aktuelle Marktformen schließen läßt. Die einzelnen Marktformen seien durch einen geringen und einen hohen Entlastungsgrad (M_1 - und M_2 -Markt) charakterisiert. Ein geringer Entlastungsgrad ist mit starken Interdependenzen zwischen den Handlungen der einzelnen Marktteilnehmer verbunden, d. h. eine bestimmte Aktion eines Unternehmens hat unmittelbare Auswirkungen auf den Handlungsspielraum der anderen Unternehmen. Bei einem hohen Entlastungsgrad

liegen nur geringe Interdependenzen vor, der Handlungsspielraum der Konkurrenten, soweit sie überhaupt vorhanden sind, wird durch die Aktionen eines Unternehmens nur mittelbar bzw. mit einer zeitlichen Verzögerung berührt.

Eine weitergehende Differenzierung der Wettbewerbsintensitätsgrade durch die Hinzuziehung einer "mittleren Wettbewerbsintensität" wie sie etwa Görgens bei der Analyse der Zusammenhänge zwischen Wettbewerb und Wirtschaftswachstum vornimmt,¹⁾ ist für die folgenden Ausführungen nicht nötig. Das Innovationsverhalten weist, wie noch zu zeigen ist, in Märkten mit hoher und mittlerer Wettbewerbsintensität nur graduelle Unterschiede auf, so daß eine Beschränkung auf die beiden prinzipiellen Unterscheidungsmerkmale "hohe" und "geringe" Wettbewerbsintensität ausreichend ist.

Die bereits weiter oben getroffene Einteilung des neuen Wissens in I_1 - und I_2 -Inventionen²⁾ wird auch bei der Analyse des Innovationsverhaltens von A-Unternehmen aufrecht erhalten.³⁾ Den weit- aus größeren Raum bei den folgenden Ausführungen nehmen die I_1 -Inventionen ein, während auf die I_2 -Inventionen nur in einem zusammenfassenden Abschnitt eingegangen wird. In dem anschließend dargestellten Modell geht es vor allem um die Innovationsneigung von A-Unternehmen, weniger um deren Innovationsfähigkeit. Unter

1) Vgl. E. Görgens, Wettbewerb und Wirtschaftswachstum, Freiburg, 1969, S. 100 ff.

2) Die Charakterisierung der Innovationstypen wird deshalb so allgemein gehalten, da sich die Analyse nicht nur auf Inventionen im industriellen Bereich (neue Verfahrenstechniken, neue Produkte etc.) beschränkt, sondern auch Inventionen z. B. des Dienstleistungsbereichs (bestimmte Organisationsformen, Unternehmensberatung etc.) erfassen soll. Außerdem hat diese Klassifikation den Vorteil, auch solche Fälle zu erfassen, in denen bei einem neuen Verfahren auch das Produkt, wenn auch unwesentlich, mit verändert wird.

3) Vgl. dazu S. 131f dieser Arbeit.

der Fähigkeit eines Unternehmens, Innovationen durchzuführen, soll das technische und finanzielle Potential verstanden werden, das es für diesen Zweck einzusetzen in der Lage ist. Die Innovationsfähigkeit stellt eine notwendige aber nicht hinreichende Bedingung für die Durchführung von Innovationen dar. Hinzu kommen muß eine entsprechende Innovationsneigung. Während die eventuell notwendige Verbesserung der Innovationsfähigkeit kein grundsätzliches Problem darstellt,¹⁾ hängt die Innovationsneigung von vielen Einflußfaktoren ab, von denen die wesentlichen im folgenden für zwei verschiedene Marktsituationen beschrieben und in der jeweiligen Innovationsfunktion erfaßt werden sollen.

2.2.2. Innovationsverhalten auf Märkten mit geringem Entlastungsgrad

Ein geringer Entlastungsgrad der einzelnen A-Unternehmen ist, wie oben erwähnt, mit starken Interdependenzen zwischen den Marktteilnehmern verbunden. Diese Konstellation findet sich in der Regel auf oligopolistischen Märkten, auf denen es nicht zu Absprachen über das Marktverhalten kommt und wo das Angebot relativ homogen ist.²⁾ Die Wahrscheinlichkeit für abgestimmtes

-
- 1) Es sei in diesem Zusammenhang auf besondere Finanzierungsquellen für potentielle Innovatoren wie z.B. die EEC (European Enterprises Development), eine Beteiligungsgesellschaft auf Risikobasis; die I.C.F.C. (Industrial and Commercial Finance Corporation; vgl. hierzu B. Tew, The I.C.F.C. Revisited, *Economica*, Vol. XXII, 1955, S. 229) und das Bundeswirtschafts- und Finanzministerium (vgl. "Bundeshilfe für den Fortschritt", Pressemitteilung im Handelsblatt vom 13.1.1972, Nr. 9, S. 2) hingewiesen.
 - 2) Dieser Marktform wird bei der Adoption von neuem Wissen der größte Teil der Ausführungen gewidmet, da sie die in der Realität wohl bedeutenste Marktform darstellt. Ein Hinweis darauf findet sich auch bei Markham: "It is fairly obvious that the typical firm engaging in the R+D decision must make this decision within the structural and behavioral framework of some form of oligopoly." J. W. Markham, *Economic Analysis and the Research and Development Decision*. In: *Economics of Research and Development*, A. Tybout (ed.), Columbus/Ohio, 1965, S. 67.

Verhalten hängt weitgehend von der Zahl der Oligopolisten ab. Je größer ihre Zahl wird, desto schwieriger ist es, zu einem abgestimmten Verhalten zu kommen, da die hierzu nötige Menge an Kommunikationsflüssen überproportional steigt.¹⁾ Umgekehrt wird die Wahrscheinlichkeit eines Konsensus umso größer, je geringer die Zahl der Oligopolisten ist. Bei den folgenden Überlegungen gehen wir davon aus, daß ein oligopolistischer Markt ohne Absprachen zwischen den einzelnen Teilnehmern gegeben sei. Diese Annahme soll jedoch nicht die Möglichkeit einer gewissen "Gruppendisziplin" im Sinne von Lange²⁾ ausschließen, die auf den Einsatz verschiedener Aktionsparameter eines A-Unternehmens Einfluß nehmen kann. Da die Handlungen eines Gruppenmitglieds verschiedene Reaktionen der übrigen Mitglieder auslösen, wird es die Wahl der (oder des) Aktionsparameter(s) (z. B. Preispolitik, Werbung oder Investitions- bzw. Innovationspolitik) genau abwägen. Die Unterstellung eines bestimmten Gruppenverhaltens legt es nahe, die Preispolitik als Aktionsparameter auszuklammern, da ihre Auswirkungen auf den Markt und auf das Unternehmen selbst mit sehr großen Unsicherheiten behaftet sind. So stellt Phillips unter Berufung auf psychologische Untersuchungen Thrashers³⁾ bei Oligopolen "the frequent unwillingness to engage in price competition, on the one hand, and the vigor of non-price competition, on the other"⁴⁾ fest. Diese Aussage deutet dar-

1) Die Gesamtzahl der nötigen Kommunikationsflüsse ergibt sich aus $n!/(m!(n-m)!)$, wobei n die Zahl der Oligopolisten und m die Kombination von je zwei Oligopolisten bedeuten.

2) Lange definiert den Begriff "discipline" als "the degree to which the individual firms are willing to act in unison as members of the group." O. Lange, Price Flexibility and Employment, Bloomington, 1944, S. 41. Vgl. zu dieser Verhaltensweise auch J. S. Bain, Industrial Organization, 2. ed., New York, London, 1968, S. 309 f.

3) Vgl. F. M. Thrasher, The Gang, Chicago, 1927 (zitiert nach A. Phillips, A Theory of Interfirm Organization, QJE, 1960, Vol. LXXIV, S. 605).

4) A. Phillips (1960) aaO. S. 605.

auf hin, daß die Innovationspolitik gerade in der vorliegenden Marktform eine besondere Bedeutung als Aktionsparameter der Unternehmen hat.

Wird dem A-Unternehmen eine Invention vom Typ I_1 angeboten, so kann es sich hierbei z. B. um ein neues Herstellungsverfahren für bekannte Produkte, um ein neues Produkt, das geeignet ist, als Ersatz eines bekannten Produktes eingesetzt zu werden¹⁾ oder um ein neues Herstellungsverfahren zur Erzeugung eines neuen Produktes handeln. Alle drei potentiellen Innovationen zeichnen sich durch ein hohes Risiko (wobei das der zuletzt genannten Alternative am größten ist) für den Innovator aus. Außerdem sind sie geeignet, den Marktanteil des Innovators zu vergrößern bzw. ihm überproportionale Anteile von zusätzlicher Nachfrage zu sichern.²⁾

Hat sich das A-Unternehmen beispielsweise das Ziel gesetzt, möglichst hohe Wachstumsraten zu erreichen, so wird es bestrebt sein, seinen Umsatz stärker als die anderen Gruppenmitglieder auszuweiten.³⁾ Die Motivation, die hinter dieser Zielsetzung steht, könnte das Streben nach einer Änderung der Marktstruktur durch die Eliminierung schwächerer Gruppenmitglieder sein. Auch potentielle Konkurrenten könnten tendenziell durch die Innovation vom Typ I_1 schwerer in den Markt gelangen, da der erforderliche Kapitalaufwand und die Ansprüche an das nötige "know-how" steigen würden. Die Folge einer erfolgreichen In-

-
- 1) Ein derartiges Gut ist mit einem wesentlich höherem Risiko behaftet als ein Komplementärgut.
 - 2) Voraussetzungsgemäß weist das neue Herstellungsverfahren technische Unteilbarkeiten auf und der Innovator ist, um erfolgreich zu sein gezwungen, eine größere Nachfrage als bisher auf sich zu ziehen. Ebenso wird durch die Einführung eines Substitutionsgutes der Absatz der anderen Oligopolisten bedroht. Dies trifft in verstärktem Maße auf Alternative drei zu.
 - 3) Das Ziel Umsatzmaximierung ist in diesem Zusammenhang unter der Nebenbedingung eines für angemessen gehaltenen Gewinns zu sehen.

novationspolitik dieser Art wäre die Abnahme der Zahl der Marktteilnehmer und damit die Zunahme der Wahrscheinlichkeit von Kollusionen unter den restlichen Mitgliedern der Gruppe. Gehen wir mit Phillips von der Annahme aus, daß es das allgemeine Ziel der Gruppe ist, "to resolve the indeterminacy which accompanies oligopolistic markets",¹⁾ so würde obige Entwicklung dieser Zielsetzung der Gruppe entgegenkommen, denn die Sicherheit der restlichen Mitglieder wäre dann größer. Eine derartige komparativ-statische Betrachtungsweise ist für das A-Unternehmen jedoch nicht anwendbar. Der Grund liegt in der Unbestimmtheit der Reaktion der anderen Mitglieder der Gruppe, wenn das bestehende "Gleichgewicht", das sich aufgrund der Gruppendisziplin vor der potentiellen Innovation eingestellt hat, durch das betrachtete A-Unternehmen in seiner Eigenschaft als Innovator gestört wird.

Ist das A-Unternehmen bereit, sein individuelles Ziel, nämlich überdurchschnittlich hohe Wachstumsraten über das Gruppenziel zu setzen, so nimmt der Wert von z_1 (= Erfüllung des Anspruchsniveaus mit Hilfe des neuen Wissens) zu, was bei konstantem z_2 (= Erfüllung des Ziels mittels des angewandten Wissens) zu einer Vergrößerung von Z (= $z_1 - z_2$) führt.²⁾ Damit würde, da $\frac{\partial I}{\partial Z} > 0$,

1) A. Phillips (1960) aaO. S. 606.

2) Mansfield stellte fest, daß zwischen Unternehmen, die in einer bestimmten Zeitperiode als Innovatoren auftraten und solchen, die eine Innovation nicht oder nur mit beträchtlicher zeitlicher Verzögerung durchführten, auffallende Unterschiede in den Wachstumsraten auftraten: "In every time interval and in both industries, the successful innovators grew more rapidly than the others; and in some cases, their average rate of growth was more than twice that of others." E. Mansfield (1968) aaO. S. 127 (vgl. auch Tab. 6.7. auf S. 126). Zu beachten ist bei dieser Aussage Mansfield's jedoch die Tatsache, daß nur die erfolgreichen Innovationen in die Untersuchung eingingen. Weitere Hinweise auf den positiven Einfluß von F&E auf die Expansionsraten von Unternehmen finden sich bei J. R. Minasian (1962) aaO. S. 93 ff und T. Y. Shen (1968) aaO. S. 96 ff.

die Innovationsneigung des A-Unternehmens steigen. Dagegen könnte eingewandt werden, daß die beschriebene Wirkung einer Innovation hinsichtlich der Erfüllung der aggressiven Zielsetzung des A-Unternehmens dann egalisiert wird, wenn andere A-Unternehmen die gleiche Möglichkeit haben, das neue Wissen zu erwerben. In Entgegnung auf dieses Argument ist aber wieder auf den Zeitfaktor hinzuweisen. Durch eine relativ frühe Adoption des neuen Wissens hat der Innovator eher die Möglichkeit, Erfahrungen in der Anwendung dieses Wissens zu erwerben, die er gegenüber seinen Konkurrenten als Wettbewerbsvorteil in die Waagschale werfen kann. Handelt es sich bei dem relevanten neuen Wissen um ein Produktionsverfahren, so resultiert aus einer relativ früheren Anwendung ein größeres "know-how" hinsichtlich des Gebrauchs und der Integration des neuen Verfahrens in den laufenden Produktionsprozeß.¹⁾ Handelt es sich um ein neues Produkt, so kann sich der Innovator durch geschicktes Marketing von vorneherein einen Vorsprung beim "Aufbau" des neu zu schaffenden Marktes für dieses Produkt sichern. Ein weiterer Aspekt für den Innovator ist die Möglichkeit, temporär höhere Gewinne als die Konkurrenten zu erzielen. Stört er das Gleichgewicht durch die Anwendung eines neuen Verfahrens

1) Schließt man sich der Meinung von Carter und Williams an, die davon ausgehen, daß die technische Progressivität eines Unternehmens Ausdruck seiner "general quality" ("Technical progressiveness is related to the general quality of the firm; and attention to other aspects of its general quality - for instance, to management efficiency or to salesmanship and market research-helps to create the conditions for technical progress.") ist, so ist auch dies als Hinweis zu werten, daß der "Lerneffekt" gerade bei den Innovatoren nicht vernachlässigt werden kann. Zu den Ausführungen zur "general quality" eines Unternehmens vgl. C.F. Carter and B.R. Williams, *Industry and Technical Progress*, London, 1957, S. 190 (Zitat) und dieselben, *The Characteristics of Technically Progressive Firms*, JIE, 1959, Vol. VII, S. 87 ff.

in deren Folge seine Stückkosten unter die der Konkurrenten fallen und hat die Veränderung seiner Angebotsmenge keine (oder nur eine geringe) Auswirkung auf den Marktpreis, was von der Elastizität der Nachfrage abhängt, so fallen dem Innovator eine Art "windfall-gains" zu, bis die Konkurrenten "nachgezogen" haben, d. h. das neue Gleichgewicht erzielt ist. Aus den dargelegten Gründen lohnt es sich also durchaus, eine erfolgversprechende Innovation möglichst bald durchzuführen, gerade weil die anderen Gruppenmitglieder auch potentielle Innovatoren sind.¹⁾

Zusammenfassend ist festzustellen, daß für ein A-Unternehmen mit aggressiver Zielsetzung Z größer wird und damit ceteris paribus die Innovationsneigung bei Inventionen vom Typ I_1 steigt. Geht man andererseits von einer defensiven Zielsetzung des A-Unternehmens aus, d. h. die im Gleichgewicht erreichte Marktaufteilung wird auf lange Sicht akzeptiert, so kommt dieses Sicherheitsstreben dem Gruppenziel, nämlich die Beseitigung der Unsicherheiten, die mit einem oligopolistischen Markt verbunden sind, sehr entgegen. Die Adoption einer Invention vom Typ I_1 durch das A-Unternehmen würde das erreichte Gruppengleichgewicht empfindlich stören und zu unmittelbaren Reaktionen der Mitglieder führen. Dies wiederum hätte eine Erhöhung der Unsicherheit auf dem Markt zur Folge, denn es bleibt ungewiß, welche Konsequenzen die Reaktionen der Konkurrenten auf die gesamte Marktsituation haben werden. Es kann deshalb nicht im Interesse des betrachteten A-Unternehmens liegen, dem eigenen Sicherheitsstreben als auch dem der anderen entgegenzuhandeln. Der Wert von z_2 wäre größer als der von z_1 , was zu einem negativen Z führt und sich

1) Eine mit dieser Behauptung verwandte Kausalitätsbeziehung fand Minasian bei 18 Unternehmen der chemischen und 5 der pharmazeutischen Industrie: "We can conclude ... beyond a reasonable doubt, causality runs from R and D to productivity and finally to profitability." J. R. Minasian (1962) aaO. S. 95.

damit *ceteris paribus* ungünstig auf die Innovationsneigung auswirken würde.

Die zweite Variable der Innovationsfunktion S ist in ihrem Einfluß auf I in starkem Maße von der Art der Invention abhängig. Im vorliegenden Fall einer Invention vom Typ I_1 sind sowohl s_t als auch s_m relativ hoch anzusetzen. Der Grund liegt für s_t darin, daß mit Inventionen dieser Art Schwierigkeiten bei der Integration in den laufenden Produktionsprozeß verbunden sein können (z. B. Umstellungsschwierigkeiten bei neuen Produktionsverfahren). In der *trial-stage*, die wir unter die *evaluation-stage* subsumiert haben, ist es für ein A-Unternehmen (insbesondere für den Innovator)¹⁾ von Vorteil, wenn die Invention hinsichtlich der Anwendung eine gewisse Teilbarkeit aufweist. Der Verlust ist bei einer nicht erfolgreichen Innovation um so geringer, je kleiner der Anteil der Innovation am Gesamtprozeß des Unternehmens ist.²⁾ Da diese Teilbarkeit bei Inventionen vom Typ I_1 ex definitione nicht vorhanden ist, wird s_t relativ hoch einzuschätzen sein.

Für den Wert von s_m gelten analoge Überlegungen. Das Marktrisiko ist bei I_1 umso größer, je höher der Anteil des mit Hilfe der Innovation erzielten Output am Gesamtangebot des A-Unternehmens ist.

Aus diesen kurzen Bemerkungen ergibt sich ein relativ hoher Wert für S , da $S = s_t + s_m$. Wegen $\frac{\partial I}{\partial S} < 0$, wirkt sich ein hohes S

-
- 1) Rogers stellt fest, daß die Gruppe der Innovatoren und der frühen Übernehmer (Kategorie I und II; vgl. Abb. 17, S. 165) eine längere durchschnittliche 'trial-to-adoption-period' hat als die übrigen Kategorien. Er begründet diese Beobachtung mit dem relativ höheren Risiko, das die Mitglieder der Kategorien I und II zu tragen haben. Vgl. E. M. Rogers (1962) aaO. S. 114 (bes. Abb. 4.5).
 - 2) Das Problem der Teilbarkeit fällt bei Produktinnovationen insofern weniger ins Gewicht, als diese im allgemeinen ohne größere Schwierigkeiten auf Teilmärkten getestet werden können.

negativ auf die Innovationsneigung des A-Unternehmens aus. Der Einfluß von S auf I ist jedoch auch im Zusammenhang mit Z zu sehen. Bei aggressiver Zielsetzung ist von einer geringeren Risikoaversion auszugehen als bei einer auf Sicherheit ausgerichteten Verhaltensweise, so daß im zuerst genannten Fall die negative Wirkung von S auf I relativ geringer sein wird als im letztgenannten Fall.

Der dritten Variablen der Innovationsfunktion R kommt eine besondere Bedeutung für das Innovationsverhalten eines A-Unternehmens zu. Ein Grund hierfür liegt darin, daß die Einstellung des Entscheidenden zu verschiedenen Werten von Z und S teilweise von der Größe der Variablen R abhängig ist.

Auf einem Markt mit geringem Entlastungsgrad muß ein A-Unternehmen bei der Durchführung von Maßnahmen, die auf irgendeine Art das Marktgeschehen beeinflussen, mit unmittelbaren Reaktionen der Konkurrenten rechnen, da deren Überlebensfähigkeit vom Markt her bedroht wird. Dies gilt in besonderem Maße für Innovationen vom Typ I_1 , denn der ökonomische Erfolg ist unter Umständen erst dann gesichert, wenn es gelingt, den eigenen Marktanteil auf Kosten desjenigen der Konkurrenten auszuweiten.

Primär agiert das A-Unternehmen unter dem Druck der aktuellen Wettbewerbsintensität r_a . Sie ist im vorliegenden Fall einer oligopolistischen Marktstruktur neben der Zahl der Konkurrenten (und der mit ihr verbundenen Wahrscheinlichkeit von Absprachen) auch von der Nachfragesituation nach den Produkten der A-Industrie abhängig.

Betrachten wir zunächst die Folgerungen, die sich für den poten-

tiellen Innovator in einer Nachfrageexpansion ergeben.¹⁾ In dieser Situation stellt sich die Umwelt dem relevanten A-Unternehmen insofern "angenehm" dar, als es in seiner Überlebensfähigkeit nicht unmittelbar bedroht ist, wobei angenommen wird, daß sich die zusätzliche Nachfrage entsprechend dem akzeptierten Gleichgewicht hinsichtlich Produktionsstruktur und Marktanteilen auf die einzelnen Gruppenmitglieder verteilt. Auch durch ein überdurchschnittliches Wachstum des Marktanteils des betrachteten A-Unternehmens werden sich die Konkurrenten in der laufenden Periode noch nicht beunruhigt fühlen, da zum einen erst einmal eine gewisse "Sensitivitätsschwelle" bei den Konkurrenten überwunden werden muß und zum anderen erst nach dem Ablauf einer bzw. mehrerer Perioden anhand der vorliegenden tatsächlich eingetretenen Verschiebungen beurteilt werden kann, ob dies der Fall ist. Aus dieser günstigen Umweltsituation heraus ist es für das A-Unternehmen nicht zwingend, sich temporäre Wettbewerbsvorteile zu verschaffen und eine risikobehaftete Innovation durchzuführen. Hinzu kommt, daß es ihm durchaus möglich ist, innerhalb des abgesteckten Spielraums eine aggressive Zielsetzung zu verfolgen. Es ist fraglich, ob die Auswirkungen der Innovation I_1 die Grenzen dieses Spielraums überschreiten. Ist dies nicht der Fall, so besteht für das A-Unternehmen der Anreiz, die Innovation durchzuführen. Er dürfte jedoch abnehmen, sobald sie überschritten werden, da dann das zusätzliche Risiko der Reaktionen der Konkurrenten hinzutritt. Letzteres ist auch damit zu begründen, daß in der beschriebenen Umweltsituation die

1) Weiter oben wurde bereits angedeutet (vgl. S.10 ff.), daß sich die E-Industrie bei der Auswahl der F&E Projekte unter anderem an der erwarteten Nachfrage nach den Produkten der A-Industrie orientiert. Es kann daher im allgemeinen angenommen werden, daß Innovationen vom Typ I_1 in der Hauptsache solchen A-Unternehmen angeboten werden, deren Betätigungsfeld in einer Wachstumsindustrie liegt.

Wahrscheinlichkeit der Einhaltung einer gewissen Gruppendisziplin, die in der Verfolgung des obengenannten Hauptziels der Mitglieder oligopolistischer Märkte zum Ausdruck kommt, relativ groß sein wird.

In diesem Zusammenhang ist auf einen weiteren Aspekt hinzuweisen. Da der Überlebensdruck in Zeiten einer Nachfrageexpansion auch auf Märkten mit im allgemeinen geringem Entlastungsgrad nicht so stark ist, daß alle Ressourcen der Unternehmen in optimaler Weise koordiniert werden müssen, kann sogenannter "organisatorischer Schlupf" entstehen.¹⁾ Er ist nötig, damit sich ein Unternehmen an veränderte Umweltsituationen anpassen kann, indem es real überschüssige Ressourcen zur Überwindung von Engpässen einsetzt.²⁾ Dem in dieser Weise bezeichneten Schlupf kommt demnach für die Innovationsfähigkeit eine gewisse Bedeutung zu, da er die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen erhöht. Er ist für die Innovation zwar eine notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung. Hinzu kommen muß die Innovationsneigung. Sie ist, wie oben dargestellt, in Phasen der Nachfrageexpansion nur in relativ geringem Ausmaß vorhanden. Diese Feststellung führt zur Frage, wie sich ein A-Unternehmen bei rückläufiger Nachfrageentwicklung verhält.

1) Der Begriff des "organisatorischen Schlupfes" wie er in diesem Zusammenhang verwendet wird, ist wie schon der Name sagt, nicht nur mit freien Kapazitäten gleichzusetzen. Es kann durchaus volle Ausnutzung der vorhandenen Produktionskapazitäten vorliegen (was bei wachsender Nachfrage in der Regel der Fall ist) und dennoch ein organisatorischer Schlupf vorhanden sein. Mit den Problemen des "organizational slack" hat sich vor allem Williamson auseinandergesetzt. Vgl. etwa O. E. Williamson, *The Economics of Discretionary Behavior: Managerial Objectives in a Theory of the Firm*, Chicago, 1967 und derselbe, *A Dynamic Stochastic Theory of Managerial Behavior*. In: *Prices: Issues in Theory, Practice, and Public Policy*, A. Phillips and O. E. Williamson (eds.), Philadelphia, 1968, S. 22 ff.

2) E. Kaufer (1970) aaO. S. 14.

Tritt ein Nachfragerückgang ein, so nimmt der Entlastungsgrad gegenüber dem in der Nachfrageexpansion sukzessive ab, die Wettbewerbsintensität r_a steigt entsprechend. In dem härter werdenden Kampf um die Marktanteile, wird das Unternehmen gezwungen, nach Wettbewerbsvorteilen zu suchen.¹⁾ Im Rahmen des Aufsuchens von Handlungsalternativen treten die Gruppeninteressen gegenüber den Eigeninteressen des A-Unternehmens immer mehr in den Hintergrund.²⁾ Im Verlauf dieser Entwicklung wird der organisatorische Schlupf abgebaut und der Auslastungsgrad der Kapazitäten geht zurück. Die technischen Voraussetzungen für die Durchführung von Innovationen sind dann vorhanden, denn freie Kapazitäten sind in einem bestimmten Umfang in der evaluation- bzw. trial-stage notwendig, um mit den Inventionen "experimentieren" zu können. Doch wie beeinflußt die Erhöhung

-
- 1) Die Anbieter auf einem oligopolistischen Markt können in einer derartigen Situation auf zweierlei Weise reagieren:
 - (a) Sie versuchen sich durch Absprachen gegen die Marktentwicklung abzusichern (z. B. durch die Bildung von Kartellen);
 - (b) jedes Unternehmen versucht aus eigener Kraft Alternativen zur Lösung der aufkommenden Schwierigkeiten zu finden.Da wir die erste Möglichkeit ausgeschlossen haben, konzentrieren wir uns in den folgenden Überlegungen auf die zweite Vorgehensweise. Möglichkeit (a) wird weiter unten noch ausführlich diskutiert (vgl. S. 148 ff.).
 - 2) Diese Feststellung findet sich bereits bei W. Sombart, Die deutsche Volkswirtschaft im Neunzehnten Jahrhundert, Berlin, 1903, S. 368. Auch Mitchell ist der Meinung, daß "pools, working agreements, and combinations of other kinds become far more difficult to sustain in the face of a buyers' market, and many of them go to pieces because their members suspect one another of secret undercutting of rates." W. C. Mitchell, Business Cycles and their Causes, Los Angeles, 1941, S. 134 f. Ein anschauliches Beispiel zu diesem Problem bringt Bain: In der amerikanischen Stahlindustrie herrschte in der ersten Hälfte des Jahrhunderts ein "tacitly collusive system of price determination", jedoch mit einem gewissen "secret price shading... The incidence of the market, or the relation of demand to available capacity." J. S. Bain (1968) aaO. S. 343. Dieses Verhalten der Stahlunternehmen ist im übrigen auch in der BRD im Konjunkturverlauf zu beobachten. Obwohl der relevante Aktionsparameter in diesem Falle die Preispolitik der Unternehmen ist, wird deutlich, wie sich das Verhältnis von Gruppen- und Einzelinteressen im Konjunkturablauf ändern kann.

von r_a die Innovationsneigung des A-Unternehmens?

Verfolgte das Unternehmen bereits in der Nachfrageexpansion in der oben beschriebenen Weise eine aggressive Zielsetzung, so wird diese bei einem Nachfragerückgang stärker hervortreten, wodurch die Grenzen des Spielraums ihre Gültigkeit verlieren. Da wir davon ausgehen, daß die einzelnen Gruppenmitglieder vor der Innovation aufgrund des grundsätzlich allen zur Verfügung stehenden technischen Wissens in etwa eine ausgeglichene Kostenstruktur haben, bringt auch in dieser Situation eine autonome Preissenkung dem betrachteten A-Unternehmen keinen temporären Wettbewerbsvorteil, da es mit der unmittelbaren Reaktion der Konkurrenten rechnen muß, so daß wir auch in diesem Zusammenhang mit einer gewissen Berechtigung auf den Preisparameter verzichten können. Anders dagegen verhält es sich mit einer potentiellen Innovation. Durch sie kann sich das A-Unternehmen einen zeitlich begrenzten Vorteil gegenüber den Konkurrenten verschaffen, sei es durch den Einsatz eines kostengünstigeren Verfahrens oder durch die Einführung eines neuen Produktes. Handelt es sich hierbei jedoch um Inventionen vom Typ I_1 , so bedarf die Innovationsentscheidung einer erhöhten Risikobereitschaft des A-Unternehmens im Vergleich zu derjenigen in der Nachfrageexpansion. Der Grund liegt sowohl in einer Steigerung von s_m als auch von r_a und damit der Interdependenz zwischen den Gruppenmitgliedern. Andererseits kann das A-Unternehmen davon ausgehen, daß die Wahrscheinlichkeit der Eliminierung von Nachzüglern zunimmt und damit der eigenen Zielsetzung entgegenkommt. Aus dem Gesagten läßt sich ableiten, daß eine Erhöhung von r_a die Innovationsneigung über die Suche nach

Wettbewerbsvorteilen erhöht.¹⁾ Ob die mit einer aggressiven Zielsetzung verbundene Risikobereitschaft jedoch ausreichend ist, um Innovationen vom Typ I_1 in der vorliegenden Nachfragesituation durchzuführen, bleibt dabei unbestimmt.²⁾

Deckt sich die Zielsetzung des A-Unternehmens mit dem angenommenen Gruppenziel, strebt es also nach Sicherung seiner Stellung im Markt, so erscheint die Durchführung einer I_1 -Innovation aufgrund der dann höheren Risikoaversion trotz einer Erhöhung von r_a wenig wahrscheinlich.

Bisher wurde nur der aktuelle nicht aber der potentielle Wettbewerb r_p in die Betrachtung einbezogen. Dies geschieht nun wiederum unter Berücksichtigung zweier unterschiedlicher Nachfragesituationen. Da die Ergebnisse der E-Industrie auch den potentiellen

-
- 1) Positiv hinsichtlich der Innovationsneigung wird die Rolle des Wettbewerbs auch von Grave gesehen: "... a commonly accepted view is that inventions are introduced when industry is operating at low levels and when the pressure of competition is most unrelenting..." E. Grave, Inventions and Production, Review of Economics and Statistics, Vol. XXXV, 1953, S. 222. Allerdings gibt Grave keine nähere Begründung für diese Ansicht. Auch aus empirischen Studien lassen sich Ergebnisse ableiten, die implizit auf eine positive Beeinflussung der Innovationsneigung durch verstärkten Wettbewerb schließen lassen. So fand Brown, daß in der amerikanischen Maschinenbauindustrie Innovationen dann auftraten, wenn die Nachfrage sank (Zeitraum 1905-1950). Vgl. W. H. Brown, Innovation in the Machine Tool Industry, QJE, Vol. LXXI, 1957, S. 406 ff.
 - 2) Wird ein A-Unternehmen mit einer rückläufigen Nachfrage konfrontiert, so ist anzunehmen, daß die Innovationsentscheidung wesentlich von den langfristigen Prognosen der Nachfrageentwicklung beeinflußt wird. Bei pessimistischer Einschätzung der langfristigen Nachfrageentwicklung durch den Entscheidungsträger wird die Innovationsneigung stark zurückgehen, während sie bei langfristig positiver Einschätzung trotz aktueller Nachfragerückgänge durchaus positiv berührt werden kann. Empirische Unterstützung finden diese Überlegungen durch Mansfield. Er stellte in einer Studie über das "timing" von Innovationen fest, daß in drei wichtigen Industriezweigen (Stahl-, Kohle- und Erdölindustrie) die Innovationsfähigkeit im Konjunkturverlauf variierte und ein Maximum erreichte, wenn durchschnittlich 75 % der Kapazitäten ausgelastet waren. Vgl. E. Mansfield (1968) aaO. S. 113 ff.

Konkurrenten der etablierten Unternehmen zur Verfügung stehen, muß das A-Unternehmen auch von dieser Seite mit einer Bedrohung seiner Existenz rechnen. In der Nachfrageexpansion ist dabei die Wahrscheinlichkeit des Eintritts neuer Konkurrenten in den Markt infolge der steigenden Gewinnaussichten besonders groß. Allerdings ist in diesem Zusammenhang auf zwei verschiedene Arten von neuen Konkurrenten hinzuweisen: Einmal kann es sich um bereits in anderen Märkten etablierte Unternehmen handeln, die eine Größenordnung erreicht haben, die ihnen auch Innovationen vom Typ I_1 gestattet (multiple potentielle Konkurrenz) und zum anderen ist der Eintritt von neu gegründeten Unternehmen möglich, die noch nicht auf anderen Märkten tätig waren (einfache potentielle Konkurrenz).¹⁾ Unter der Voraussetzung, daß potentielle Konkurrenten der ersten Kategorie die Risiken einer oligopolistischen Marktstruktur nicht scheuen,²⁾ ist die "Gefahr" ihres Auftretens³⁾ um so größer, je ausgeprägter die Nachfrageexpansion und die damit verbundenen Gewinnerwartungen sind. Die Intensität der potentiellen Konkurrenz r_p weist für diesen Fall einen relativ hohen Wert auf, den das A-Unternehmen in seinen Entscheidungskalkül mit einbeziehen muß.

In einer Phase rückläufiger Nachfrage ist dagegen der Wert von r_p geringer anzusetzen, da die Anreize in den Markt einzudringen für ein außenstehendes Unternehmen weit weniger attraktiv sind, vor

-
- 1) Zur Unterscheidung der beiden Arten von Konkurrenz vgl. M. Neumann, Kapitalbildung, Wettbewerb und ökonomisches Wachstum, Berlin, 1968, S. 141 f.
 - 2) Potentielle Konkurrenten der zweiten Kategorie werden zunächst vernachlässigt, da ihre Fähigkeit zur Durchführung von I_1 Innovationen wesentlich ungünstiger erscheint als die der ersten Kategorie.
 - 3) Unter "Gefahr" ist hier die Bedrohung der Marktstellung eines A-Unternehmens durch den potentiellen Konkurrenten zu verstehen. Zur Frage, ob Größenvorteile etablierter Unternehmen die Annektion von beträchtlichen Marktanteilen durch den newcomer erforderlich machen vgl. J. S. Bain, Economies of Scale, Concentration, and the Condition of Entry in Twenty Manufacturing Industries, AER, Vol. XLIV, 1954, S. 15 ff.

allem dann, wenn es sich bei der Nachfrageentwicklung auf den für die Invention relevanten Markt um eine Ausnahmeerscheinung im Vergleich mit der Entwicklung auf den übrigen Märkten handelt. Damit ergeben sich verschiedene Werte für die Intensität des potentiellen Wettbewerbs r_p in Verbindung mit der jeweiligen Nachfragesituation und den damit zusammenhängenden Erwartungen der Unternehmen.¹⁾

Zusammenfassend läßt sich hinsichtlich der Auswirkungen von R auf I bei Innovationen vom Typ I_1 folgendes festhalten: Der positive Wert von $\frac{\partial I}{\partial R}$ ist umso größer, je größer r_a und r_p ($R = r_a + r_p$) sind; wobei r_a bei einem Nachfragerückgang zu- und r_p abnimmt. Bei einer Nachfrageexpansion verläuft die Entwicklung gerade umgekehrt. Zieht man nur die Werte von r_a in Betracht, so ist I bei einem Nachfragerückgang ceteris paribus größer als bei einer Nachfrageexpansion. Ob die Einbeziehung von r_p ein anderes Ergebnis bewirkt, hängt von dem Nettoeffekt einer Erhöhung von r_p bei einer Steigerung der Nachfrage und einer Senkung von r_p bei fallender Nachfrage in bezug auf die Variation von r_a ab.

Damit ergeben sich für die Adoption von Inventionen vom Typ I_1 als Schlußfolgerungen:

- 1) Die Wahrscheinlichkeit der Adoption von I_1 -Inventionen durch ein A-Unternehmen auf einem Markt mit geringem Entlastungs-

1) In bezug auf unterschiedliche Auswirkungen des Eintritts bereits auf anderen Märkten bestehender Unternehmen und solcher, die neu gegründet werden auf den Wettbewerbsgrad in einem bestimmten Markt, vgl. H. H. Hines, Effectiveness of "Entry" by Already Established Firms, QJE, Vol. LXXI, 1957, S. 139 ff.

grad ist umso höher, je ausgeprägter die aggressive Zielsetzung und damit die Risikobereitschaft dieses Unternehmens ist.¹⁾

- 2) Das Ausmaß des Entlastungsgrades variiert mit der Nachfrageentwicklung. Bei einem Nachfragerückgang ist von einer größeren Innovationsneigung auszugehen als bei einer Nachfrageexpansion. Diese Aussage muß unter Umständen modifiziert werden, wenn die potentielle Konkurrenz berücksichtigt wird. Bei Innovationen vom Typ I_1 ist diese umso intensiver, je stärker die multiple Konkurrenz ist.
- 3) Die "günstigsten Umweltbedingungen" für eine I_1 -Innovation sind deshalb bei aggressiv ausgestalteter Zielsetzung eines A-Unter-

-
- 1) Geht man davon aus, daß sowohl für E- als auch für A-Unternehmen Risikoaversion als Verhaltensweise postuliert wurde, die von der Wettbewerbsintensität auf den für die Unternehmen relevanten Märkten beeinflußt wird, so müßte dies für ein A-Unternehmen folgende Konsequenzen haben: Auf einem Markt mit geringem Entlastungsgrad und entsprechend hohem Risikoaversionskoeffizienten wäre die Wahrscheinlichkeit der Adoption einer I_1 -Invention (die sich durch ein relativ hohes Risiko auszeichnet) gering. Dies würde in Widerspruch zu dem unter (1) genannten Ergebnis stehen. Es sind jedoch zwei Dinge zu beachten: Einmal handelt es sich, wie schon erwähnt, bei der Innovation um die Anwendung bekannten Wissens (mit entsprechend geringerem Risiko als bei der Produktion neuen Wissens) und zum anderen ist die Ungewißheit über die Annahme oder Ablehnung einer Invention durch die Konkurrenten, der sich das betrachtete A-Unternehmen gegenübersteht, in die Argumentation einzubeziehen. Ein E-Unternehmen kann die Produktion von neuem Wissen der Richtung nach beeinflussen, ein A-Unternehmen dagegen wird mit der Invention konfrontiert und muß seine Entscheidungen unter Einbeziehung dieses neuen "Umweltdatums" treffen. Es hat damit einen zusätzlichen Parameter zu berücksichtigen, den ein E-Unternehmen vernachlässigen kann.
Es ist also durchaus möglich, für beide Unternehmenstypen dasselbe, von der Wettbewerbsintensität in der beschriebenen Weise abhängige Risikoverhalten anzunehmen; die Entscheidungs- und mit ihr die Risikosituation stellen sich jedoch jeweils unterschiedlich dar.

nehmens und einer hohen Wettbewerbsintensität gegeben, damit der, bei I_1 -Inventionen spezifisch hohe negative Einfluß von S auf I überkompensiert wird.

2.2.3. Innovationsverhalten auf Märkten mit hohem Entlastungsgrad

Auf Märkten mit hohem Entlastungsgrad sind ebenfalls Interdependenzen zwischen den einzelnen A-Unternehmen vorhanden.¹⁾ Es wird jedoch angenommen, sie seien institutioneller Natur und damit anders geartet als diejenigen auf dem bisher behandelten Markt. Werden die Beziehungen bzw. Abhängigkeiten auf die genannte Art und Weise manipuliert, so ist ein wesentliches Unsicherheitsmoment, nämlich die ungewissen Reaktionen der Konkurrenten als Antwort auf eine Aktion eines Gruppenmitglieds aus dessen Entscheidungskalkül eliminiert. In diesem Falle ist nicht mehr das Einzelunternehmen dem Überlebenskampf ausgesetzt, sondern die Gruppe als Einheit. Hierzu genügt es allerdings nicht, daß sich eine gewisse Gruppendisziplin von der Art herausbildet, wie wir sie auf einem M_1 -Markt antreffen. Sie würde die übrigen Gruppenmitglieder nicht vor dem Ausbrechen eines Unternehmens schützen. Vielmehr müssen sich die einzelnen A-Unternehmen, die in einem solchen Markt agieren, zwingend bestimmten Richtlinien unterwerfen. Die Wahrscheinlichkeit für ein derartiges "Synchronverhalten" unter den Richtlinien der institutionalisierten Gruppendisziplin wird umso größer, je kleiner die Zahl der A-Unternehmen auf einem Markt ist.²⁾

Aus den bisherigen Ausführungen über die Verhältnisse auf einem Markt mit hohem Entlastungsgrad (M_2 -Markt) läßt sich unschwer

-
- 1) Einen Extremfall, in dem keinerlei Interdependenzen zwischen den Anbietern von Interesse sind, stellt das Monopol dar, für das die im folgenden angeführten Gedankengänge analog gelten.
 - 2) Auf diese Zusammenhänge wurde bereits weiter oben eingegangen (vgl. S. 132). Nach der Formel $n! / n!(n-m)!$ nimmt im vorliegenden Falle die Zahl der erforderlichen Kommunikationsflüsse stark ab, wodurch Kollusionen wahrscheinlicher werden.

ableiten, daß dieser Markt zwischen wenigen, bedeutenden A-Unternehmen aufgeteilt ist. Die im prä-innovatorischen Gleichgewicht erreichten Marktanteile werden von den Gruppenmitgliedern akzeptiert und keines der Unternehmen hat im Interesse der Gruppensicherheit die Absicht, diese Verhältnisse zu ändern. Das auf Sicherheit ausgerichtete Verhalten schließt eine aggressive Zielsetzung des einzelnen A-Unternehmens auf dem M_2 -Markt aus. Da eine isoliert vorgenommene I_1 -Innovation durch das A-Unternehmen mit großer Wahrscheinlichkeit den im Hinblick auf die verbindliche Gruppendisziplin geringen Handlungsspielraum überschreiten würde, wird aufgrund der defensiven Zielsetzung dieses Unternehmens $z_1 < z_2$ sein, so daß $Z < 0$. Damit ergibt sich für das einzelne A-Unternehmen in seiner Eigenschaft als Gruppenmitglied $\frac{\partial I}{\partial Z} = 0$.

Mit diesem Ergebnis hinsichtlich der Auswirkungen von Z auf I bei einem Einzelunternehmen werden die Chancen für eine I_1 -Invention auf dem M_2 -Markt jedoch noch nicht umfassend dargestellt. Postuliert man für die Gesamtheit der Unternehmen eine defensive Zielsetzung, so kann im Entscheidungskalkül der Gruppe¹⁾ durchaus $z_1 > z_2$ werden. Das wird dann der Fall sein, wenn z. B. die Anlagen im Durchschnitt genügend weit abgeschrieben sind und die Verwendung einer neuen Produktionstechnik auch mit Rücksicht auf den Anschluß an das in der gesamten Volkswirtschaft durchschnittlich

1) Um dem Entscheidungsträger "Gruppe" einen konkreten Inhalt zu geben, sei z. B. an das vom Marktanteil her bedeutenste Unternehmen gedacht, das die Rolle eines "Innovationsführers" analog der eines "Preisführers" einnehmen könnte. Die Entscheidung dieses Unternehmens dient dann als Richtlinie für die übrigen Gruppenmitglieder. Diese Aussage widerspricht nicht den empirischen Ergebnissen über "technische Führung" (vgl. S.121 ff). Während dort von verschiedenen Märkten bzw. Branchen die Rede war, wird in der nun zu beschreibenden Marktsituation von einem bestimmten Markt mit spezifischen Verhältnissen gesprochen.

maßgebende technische Wissen dringend nötig wird. Trifft das Angebot einer I_1 -Invention durch ein E-Unternehmen den M_2 -Markt in einer derartigen Verfassung, so wird $\frac{\partial I}{\partial Z} > 0$ sein. Auch der Einfluß der Variablen S auf die Innovationsneigung eines auf einem M_2 -Markt agierenden A-Unternehmens ist im Hinblick auf die spezifischen Eigenschaften dieser Marktform zu sehen. Wegen der relativ großen Unternehmenseinheiten und den mit ihnen verbundenen Marktpotentialen, sind die Werte für s_t und s_m für ein A-Unternehmen auf einem M_2 -Markt vergleichsweise niedrig anzusetzen. Vor allem deshalb, weil der Fehlschlag mit einer I_1 -Innovation ein Unternehmen von der angenommenen Größenordnung nicht unmittelbar in seiner Überlebensfähigkeit trifft. Demnach ist der Wert für $\frac{\partial I}{\partial S}$ für ein A-Unternehmen auf einem M_2 -Markt niedriger zu veranschlagen als auf einem M_1 -Markt.

Betrachtet man also die Gruppe wieder als Einheit, so wird s_m größer. Diese Feststellung soll anhand eines Beispiels erläutert werden: Wird z. B. die Durchführung einer I_1 -Innovation in Form einer neuen Produktionstechnik mit höherem mengenmäßigen Ausstoß seitens der Gruppe erwogen, so muß diese in Rechnung stellen, daß sich das Gesamtangebot schlagartig erhöht.¹⁾ Sind nun von der Nachfrageseite her die Voraussetzungen für eine Absorption des zusätzlichen Angebots nicht gegeben, bzw. werden sie falsch eingeschätzt, so ist mit empfindlichen Verlusten durch Preisrückgänge zu rechnen. Für die Gruppe ist also der Wert von $\frac{\partial I}{\partial S}$ höher anzusetzen als für das einzelne A-Unternehmen.

1) Auf einem M_1 -Markt würde im vorliegenden Beispiel entsprechend der Diffusionsgeschwindigkeit der Invention eine Angebotserhöhung sukzessive erfolgen.

Die aktuelle Wettbewerbsintensität r_a , der sich ein A-Unternehmen in einem M_2 -Markt gegenüber sieht, ist wegen der ausgeprägten Beziehungen zu den übrigen Anbietern und dem damit verbundenen hohen Informationsgrad sehr gering. Durch das Synchronverhalten der einzelnen Unternehmen bei wichtigen Entscheidungen wie sie z. B. eine I_1 -Innovation darstellt, ist das betrachtete A-Unternehmen vor einschneidenden wettbewerbspolitischen Maßnahmen der "Konkurrenten" geschützt. Sind, wie wir weiter oben angenommen haben, die Beziehungen der A-Unternehmen untereinander institutionalisiert, so ändert sich r_a für das Einzelunternehmen in verschiedenen Nachfragesituationen nicht; d. h. die Innovationsneigung I ist in diesem Falle von der Nachfrageentwicklung unabhängig.

Zu dem relativ niedrigen Wert von r_a für das A-Unternehmen kommt ein ebenso geringer Wert für r_p . Gegenüber einer I_1 -Innovation, die von einem potentiellen Konkurrenten durchgeführt wird, der in den betreffenden M_2 -Markt eindringt, kann das Einzelunternehmen keine Präventivhandlung in Form der eigenen Innovation vornehmen. Der Grund dafür ist die Ungewißheit über Aktionen der potentiellen Konkurrenz. Tritt ein neues Unternehmen in den M_2 -Markt ein und wird dadurch das Gleichgewicht gestört, so muß einetabliertes A-Unternehmen auch unter diesen Umständen die Reaktionen der Gruppe abwarten. Ist ersteres nicht der Fall, und hätte das A-Unternehmen in Erwartung des Eintritts neuer Anbieter die I_1 -Innovation vorgenommen, so würde dies als aggressive Aktion gegenüber den restlichen Gruppenmitgliedern ausgelegt werden.

Aus dem Gesagten läßt sich der Schluß ableiten, daß der Wert für $\frac{\partial I}{\partial R}$ für ein Einzelunternehmen auf einem M_2 -Markt gering ist, eine Folge der ebenfalls geringen Werte für r_a und r_p .

Ein etwas anderes Ergebnis gilt wiederum für die Gruppe. Die aktuelle Wettbewerbsintensität r_a im Sinne unserer Definition ist ex definitione auch hier gering.¹⁾ Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß im Entscheidungskalkül der Gruppe die bisherige Verwendungsdauer des angewandten Wissens eine wichtige Rolle spielt. Daher wird auch die Nachfrageentwicklung in bezug auf die Innovationsentscheidung nicht die Bedeutung wie auf einem M_1 -Markt besitzen. Allerdings wird, besonders bei Prozeßinnovationen, auf einem M_2 -Markt in einer Nachfrageexpansion ein besseres Innovationsklima herrschen als bei rückläufiger Nachfrage. Die Begründung hierfür ist weniger in einer Veränderung von r_a zu suchen als vielmehr in dem dann verminderten Marktrisiko s_m der Innovation.

Außerdem ist in der Nachfrageexpansion die potentielle Konkurrenz r_p größer als bei einem Nachfragerückgang. Diese Überlegung führt zu r_p , der zweiten Komponente von R , auf die in diesem Zusammenhang etwas ausführlicher eingegangen werden soll. Das allgemein "ruhige Innovationsklima" auf einem M_2 -Markt kann durch die potentielle Konkurrenz empfindlich gestört werden. Hat die Gruppe beispielsweise unter der Prämisse der Verwendung des bekannten Wissens durch die Gruppenmitglieder einen bestimmten Eintrittssperrenpreis festgelegt und ist es dank dieses Preises gelungen, potentielle Konkurrenten bisher vom Markt fernzuhalten, so kann durchaus der Fall eintreten, daß durch das an alle Interessenten gerichtete Angebot eines E-Unternehmens die Verhältnisse unter denen dieser Preis ermittelt wurde, ihre Gültigkeit verlieren. Gegebenenfalls kann dann der Eintrittssperren-

1) Das soll jedoch nicht heißen, daß die Bedrohung der Branche durch eine Substitutionskonkurrenz ausgeschlossen wird. Diese ist aber in der Regel sehr langfristiger Natur und deshalb bei Innovationsentscheidungen von untergeordneter Bedeutung.

preis von potentiellen Konkurrenten unterlaufen werden. Damit stehen der Gruppe zwei Alternativen offen: Entweder sie paßt sich den neuen Verhältnissen durch die Annahme der Invention an (der Innovationszeitpunkt würde dann ohne Rücksicht auf die Verwendungsdauer des bisherigen Wissens vorgezogen werden müssen) oder sie akzeptiert den Zutritt von neuen Unternehmen. Legt man in diesem Falle das Postulat von Sylos-Labini den Überlegungen zugrunde (konstante Nachfrage- und Angebotsfunktionen),¹⁾ so würde dies bedeuten, daß durch den Eintritt der (oder des) neuen Konkurrenten die Marginalanbieter der Gruppe in dem Maße aus dem Markt ausscheiden, in dem es den neuen Unternehmen gelingt, Marktanteile zu erobern.

Damit tritt neben einen sehr geringen Wert von r_a ein wesentlich höherer Wert von r_p , der besonders dann hoch ist, wenn in der Volkswirtschaft eine ausgeprägte multiple potentielle Konkurrenz besteht, deren Realisierung durch das Vorhandensein von E-Unternehmen gefördert wird. Für den M_2 -Markt ist daher auch für $\frac{\partial I}{\partial R}$ ein positiver Wert zu erwarten, der vor allem durch die relativ starke Bedeutung von r_p hervorgerufen wird.

Als Gesamtergebnis der Auswirkungen der Variablen Z , S und R auf I im Zusammenhang mit I_1 -Innovationen sei in einem Vergleich des M_2 -Marktes mit dem M_1 -Markt folgendes festgehalten:

- 1) Eine aggressive Zielsetzung als Verhaltensweise eines A-Unternehmens auf einem M_2 -Markt ist für dieses Unternehmen ebenso auszuschließen wie für die Gruppe als eine Einheit. Es ist daher auch unter Einbeziehung einer defensiven Zielsetzung der Gruppe, bei der sich ein positiver Wert für $\frac{\partial I}{\partial Z}$ ergibt, von

1) Vgl. P. Sylos-Labini, *Oligopoly and Technical Progress*, Cambridge, Mass., 1962, S. 43 und F. Modigliani, *New Developments on the Oligopoly Front*, JPE, Vol. LXVI, 1958, S. 215 ff.

einem insgesamt geringeren Einfluß von Z auf I auf einem M_2 -Markt im Vergleich zum M_1 -Markt auszugehen.

- 2) Letzteres gilt auch für $\frac{\partial I}{\partial R}$ auf dem M_2 -Markt. Der relativ höhere Wert für r_p kann die geringe Bedeutung von r_a nicht kompensieren, so daß der Einfluß von R auf I auf dem M_2 -Markt relativ kleiner ist als auf einem M_1 -Markt.
- 3) Es ist nicht anzunehmen, daß das vergleichsweise geringe negative Gewicht von $\frac{\partial I}{\partial S}$ auf dem M_2 -Markt durch die positiven Werte für $\frac{\partial I}{\partial Z}$ und $\frac{\partial I}{\partial R}$ bemerkenswert überkompensiert werden kann. Deshalb kann hinsichtlich der I_1 -Innovationen eine im allgemeinen geringere Innovationsneigung auf einem M_2 -Markt gegenüber dem M_1 -Markt angenommen werden. Nachdem bisher nur die Innovationsneigung von A-Unternehmen im Falle des Angebots einer I_1 -Invention durch ein E-Unternehmen Gegenstand der Überlegungen war, wird nun noch kurz auf die Adoptionswahrscheinlichkeit einer I_2 -Invention auf beiden Märkten eingegangen.

Für Inventionen vom Typ I_2 gelten auf dem M_1 -Markt grundsätzlich die gleichen Gedankengänge wie für diejenigen vom Typ I_1 . Jedoch ist nun zu beachten, daß der negative Einfluß von S auf I aufgrund der wesentlich niedrigeren Werte für s_t und s_m bedeutend geringer einzustufen ist. Hinzu kommt ein höherer Wert von r_p , da jetzt auch der Eintritt von "echten" potentiellen Konkurrenten (d. h. von noch nicht auf einem anderen Markt etablierten Unternehmen)¹⁾ leichter möglich ist.

Diese beiden Abweichungen gegenüber den vorangegangenen Ausführungen haben zur Folge, daß die Wahrscheinlichkeit der Adoption von I_1 -Inventionen stärker steigt, als es den Unterschied in den spezifischen Eigenschaften der beiden Inventionstypen I_1 und I_2 entsprechen würde.

1) Vgl. dazu S. 144 dieser Arbeit.

Auf einem M_2 -Markt weist ein A-Unternehmen einen relativ engeren Handlungsspielraum auf als auf einem M_1 -Markt. Innerhalb dessen Grenzen ist es ihm möglich, individuelle Zielsetzungen zu verfolgen. Liegt nun eine I_2 -Innovation im Interesse dieser Zielsetzung und reichen ihre Auswirkungen nicht über die durch die Zugehörigkeit zu dem relevanten M_2 -Markt gegebenen Grenzen hinaus, so erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für die Durchführung einer I_2 -Innovation. Hinzu kommt ein, im Verhältnis zur I_1 -Innovation noch geringerer Wert für S, während Z bei unverändertem R zunimmt, so daß auf Grund von $\frac{\partial I}{\partial S} < 0$ und $\frac{\partial I}{\partial Z} > 0$ (wobei $\left| \frac{\partial I}{\partial S} \right| < \left| \frac{\partial I}{\partial Z} \right|$), die Innovationsneigung des A-Unternehmens steigt. Wegen des engen Handlungsspielraums des Unternehmens dürfte indes zum einen die Zahl der möglichen I_2 -Innovationen relativ klein und zum anderen der durch sie realisierte technische Fortschritt verhältnismäßig gering sein.

2.3. Zusammenfassung über das Innovationsverhalten von A-Unternehmen auf verschiedenen Märkten

In dem vorliegenden Modell wurde versucht, das Verhalten von verschiedenen A-Unternehmen in der evaluation-stage und der adoption-stage im Rahmen des Adoptionsprozesses darzustellen. Es ging also um die Wahrscheinlichkeit, mit der ein E-Unternehmen mit der Annahme einer von ihm angebotenen Invention durch das (bzw. die) angesprochene(n) A-Unternehmen rechnen kann. Die hauptsächlichen Ergebnisse, die sich aus den Überlegungen ableiten lassen, seien nun thesenartig angeführt:

- 1) Die Wahrscheinlichkeit für die Annahme von I_2 -Inventionen ist auf beiden Märkten größer als die für I_1 -Inventionen.
- 2)(a) Da bei einem Rückgang der Nachfrage nach den Produkten der A-Unternehmen der Entlastungsgrad abnimmt und die unternehmensspezifischen Zielsetzungen der A-Unternehmen stärker hervortreten, ist die Innovationsneigung in dieser Situation allgemein höher als bei einer Nachfrageexpansion.
- (b) Auf der Basis von 2)(a) gilt: Die Wahrscheinlichkeit für I_1 -Innovationen ist bei A-Unternehmen in einem M_1 -Markt (hohe Wettbewerbsintensität) größer als bei denjenigen in einem M_2 -Markt (geringe Wettbewerbsintensität).
Unter Zugrundelegung von 2)(a) gilt weiter: Zwischen der Wahrscheinlichkeit für I_2 -Innovationen bei A-Unternehmen auf einem M_1 -Markt und einem M_2 -Markt liegen keine wesentlichen Unterschiede vor.
- 3) Durch die erhöhte potentielle Konkurrenz bei einer Trennung von E- und A-Industrie gegenüber einem System, in dem nur E/A-Unternehmen auftreten, wird die Innovationsneigung der A-Unternehmen auf allen Märkten positiv beeinflusst. Diese Feststellung gilt insbesondere für den M_2 -Markt.

Mit der Beschreibung des Adoptionsprozesses, der mit einer positiven Entscheidung hinsichtlich der Adoption einer Invention abschließt, wurde der Beginn des Diffusionsprozesses bereits erfaßt. Im Vordergrund der folgenden Ausführungen steht der weitere Verlauf des durch die erste Annahme der Invention eingeleiteten Diffusionsprozesses. Sein voraussichtlicher Verlauf ist zur Beurteilung der Marktchancen einer Invention durch ein E-Unternehmen vor allem deshalb von großer Bedeutung, da er die Verkaufspolitik (deren wesentlicher Bestandteil die Preispolitik ist) beeinflußt.

3. Analyse des Diffusionsprozesses einer Invention auf verschiedenen Märkten

3.1. Formen von Diffusionskurven

Die Erforschung des Diffusionsprozesses von Inventionen erfolgte in den vergangenen Jahren hauptsächlich in den USA.¹⁾ Dabei konzentrieren sich die meisten der Analysen auf Diffusionsvorgänge in der amerikanischen Landwirtschaft.²⁾ Dennoch sind diese Studien auch im Zusammenhang mit der Situation im industriellen Sektor einer Volkswirtschaft mit folgender Begründung verwertbar:

- 1) Die Beispiele von Diffusionsvorgängen in der Landwirtschaft entsprechen durchaus dem hier verwendeten Modell einer E- und A-Industrie, denn E/A-Unternehmen dürften im landwirtschaftlichen Bereich eine Ausnahme darstellen.
- 2) Wie eine weiter unten noch ausführlicher beschriebene Untersuchung von Griliches³⁾ zeigen wird, ist das Verhalten der in den Stichproben befragten Farmer bei Innovationsentscheidungen auf Unternehmen des industriellen Sektors übertragbar.

Die typische Forschungstechnik in den empirischen Arbeiten ist die Befragung der auf Stichprobenbasis ausgewählten Farmer über die Anwendung einer bestimmten Invention in ihrem Betrieb. Der

-
- 1) Einen umfassenden Überblick über dieses Forschungsgebiet gibt E. M. Rogers (1962) aaO. Der Autor verarbeitet dort über 500 Untersuchungen von Diffusionsvorgängen. An deutschsprachiger Literatur zu diesem Thema sind die Arbeiten von H. Albrecht, Die theoretischen Ansätze der amerikanischen adoption-Forschung, Probleme der Beratung, Arbeiten der landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, Bd. 26, Stuttgart, 1964 und vor allem K. Kiefer (1967) aaO. zu nennen.
 - 2) Als "klassische Studie" ist in diesem Zusammenhang eine Untersuchung von B. Ryan and N. C. Gross, The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities, Rural Sociology, Vol. VIII, 1943, S. 15 ff zu erwähnen.
 - 3) Vgl. Z. Griliches, Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica, Vol. XXV, 1957, S. 501 ff.

Hauptmangel dieser Vorgehensweise liegt vor allem darin, daß mit der ex post Befragung nur Diffusionsprozesse "erfolgreicher" Inventionen erfaßt werden. Außerdem ist es dieser Forschungstechnik unmöglich, den Prozeß der Verbreitung neuen technischen Wissens während seines Ablaufs zu verfolgen und somit die verschiedenen Stadien und Einflußfaktoren unmittelbar zu beobachten.¹⁾ Burns und Stalker bezeichnen deshalb die beschriebene Methode als "very far removed from any method, of investigation which could possibly be called scientific."²⁾ Trotz der erwähnten Schwäche greifen wir in den folgenden Ausführungen auf die genannten Diffusionsstudien zurück, da keine anderen Unterlagen zur Verfügung stehen.

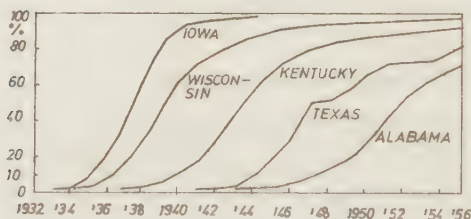
Die Situation, der sich ein E-Unternehmen, das eine Invention auf dem Markt bringt (bzw. bringen will) gegenüber sieht, ist grundsätzlich mit der eines A-Unternehmens vergleichbar, das die Einführung eines neuen Produktes z. B. auf dem Konsumgütermarkt plant. Es geht im Prinzip darum, abzuschätzen, mit welcher Häufigkeit des Auftretens von Erwerbern des Gutes in welcher Zeitspanne gerechnet werden kann.

Theoretische Überlegungen³⁾ und die Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen führten zur Annahme einer S-förmigen Verteilung für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Erwerbern im Zeitablauf. So fand Rogers bei der Analyse von acht Verteilungen mit Hilfe des Smirnow-Tests glockenförmige Häufigkeitsverteilungen

-
- 1) Vgl. zu diesem Problem auch R. Linton, *The Study of Man*, New York/London, 1936, S. 328.
 - 2) T. Burns and G. M. Stalker, *The Management of Innovation*, London, 3. ed., 1968, S. 13.
 - 3) Vgl. z. B. S. Kuznets, *Secular Movements in Production and Prices*, Boston, 1930, S. 59 ff und Z. Griliches (1957) aaO. S. 503 in Verbindung mit Fußnote 6.

vor, die sich alle der Normalverteilung näherten.¹⁾ Griliches²⁾ geht in einer umfassenden empirischen Untersuchung über die Diffusion einer neuen Maissorte (hybrid corn) von der grundlegenden Hypothese aus, daß dieser Prozeß einer ökonomischen Analyse zugänglich sei. Zur Beschreibung der Diffusionskurven verwendet der Autor eine logistische Wachstumsfunktion.³⁾ Anhand der drei Parameter dieser Funktion, der Obergrenze, der Neigung und dem Ursprung, versucht Griliches die Unterschiede in der Adoptionsgeschwindigkeit des neuen Saatgutes in verschiedenen amerikanischen Staaten zu testen bzw. zu erklären. Nach der Schätzung der Parameter mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate⁴⁾ kommt Griliches zu folgenden Diffusionskurven (auf der Ordinate ist der Prozentsatz der gesamten Maisanbaufläche abgetragen, die mit "hybrid-corn" bepflanzt wurde):⁵⁾

Abb. 14:



- 1) Vgl. E. M. Rogers, *Categorizing the Adopters of Agricultural Practices*, Rural Sociology, Vol XXIII, 1958, S. 345 ff.
- 2) Vgl. Z. Griliches (1957) aaO. S. 501 ff.
- 3) Sie hat die Form $P = K / 1 + \exp -(a+bt)$. P ist der prozentmäßige Anteil der Anbaufläche, auf der hybrid corn gesät wurde, K symbolisiert die obere Grenze bzw. das langfristige Gleichgewicht des Gebrauchs von hybrid corn, b ist der Koeffizient der Wachstumsrate und a eine Integrationskonstante. Vgl. Z. Griliches (1957) aaO. S. 504.
- 4) Die Anwendung dieser Methode wurde durch eine lineare Transformation der Funktion $P = K / 1 + \exp -(a+bt)$ in $\log_e P/(K-P) = a+bt$ möglich (vgl. Z. Griliches (1957) aaO. S. 504).
- 5) Vgl. Z. Griliches (1957) aaO. S. 502.

Zwei Ergebnisse der Arbeit von Griliches sind für uns von besonderem Interesse:

- 1) Die gefundenen Diffusionskurven sind von S-förmiger Gestalt;
- 2) Als ökonomische Zielsetzung der Farmer ergab sich deren Absicht, die Gewinne zu maximieren.¹⁾ Diese Verhaltensweise, die wir auch für die Industrieunternehmen unterstellen, ist für die Form der Diffusionskurven verantwortlich.

Das unter 2) genannte Ergebnis ist ein Hinweis darauf, daß die Erkenntnisse der Diffusionsforschung für die Landwirtschaft für unser Modell der E- und A-Industrie mit einer gewissen Berechtigung herangezogen werden können. Als Ergänzung lassen sich empirische Untersuchungen über die Adoption von Neuerungen im industriellen Bereich heranziehen, die der Unterstellung von S-förmigen Diffusionskurven weitere Unterstützung verleihen.²⁾ Mansfield³⁾ beschreibt Diffusionsprozesse von zwölf Inventionen für vier Industriezweige und zwar der Bitumen-, Eisen- und Stahl-

1) "On the whole, taking account of uncertainty and the fact that the spread of knowledge is not instantaneous, farmers have behaved in a fashion consistent with the idea of profit maximization." Z. Griliches (1957) aaO. S. 522.

2) In dem vorgegebenen Zusammenhang interessieren vor allem Untersuchungen über Investitionsgüter. Für langlebige Konsumgüter seien beispielhaft zwei Arbeiten erwähnt. Bain kommt hinsichtlich des Erwerbs von Fernsehgeräten in England zu einer in der oberen Hälfte abgeflachten Verteilung, die in der unteren Hälfte der kumulierten logarithmischen Normalverteilung entspricht. Der Grund für die Abflachung dürfte in der zunehmenden Substituierbarkeit des Gutes mit wachsender Zeitdauer liegen. Vgl. A. D. Bain, The Growth of Demand for New Commodities, Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A., Vol. CXXVI, 1963, S. 288. Brockhoff gelangt in einer Untersuchung über Umsatzverläufe neuer Produkte zu dem Ergebnis, daß die Funktion

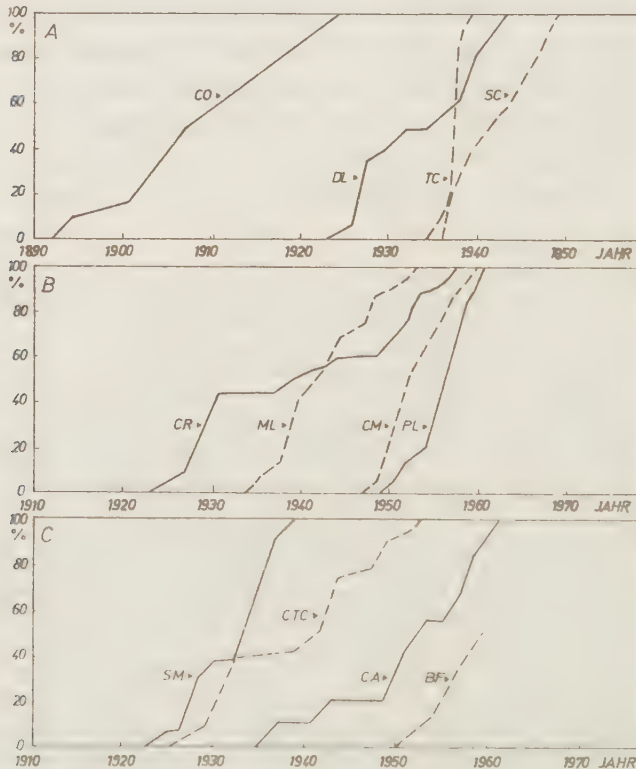
$$V_{it} = a_{it} \frac{b_i - c_i t}{e}$$

(V_{it} = Umsatz des i-ten Produktes in der Zeit t ; a, b, c = Parameter) eine recht gute Übereinstimmung mit realen Vorgängen aufweist. Ihre graphische Darstellung zeichnet sich gegenüber der Normalverteilung vor allem durch einen linkssteilen Verlauf aus. Vgl. K. Brockhoff, Unternehmenswachstum und Sortimentsänderung. Köln-Opladen, 1966, S. 116 ff.

3) Vgl. E. Mansfield (1969) aaO. S. 133 ff.

und der Brauindustrie sowie bei den Eisenbahngesellschaften. Bei nahezu allen Neuerungen handelte es sich um Schwermaschinen, die eine beträchtliche Kostenreduktion erlaubten. Weiter ist zu betonen, daß die Forschungs- und Entwicklungsarbeit von Investitionsgüterherstellern geleistet wurde und somit der Diffusion keine Patenthindernisse im Wege standen. Die von Mansfield berechneten Diffusionskurven haben folgende Gestalt: (wobei auf die Ordinate der Prozentsatz der wichtigsten Unternehmen, die eine Invention übernommen haben, abgetragen ist)¹⁾

Abb. 15:



1) Vgl. E. Mansfield (1969) aaO. S. 134 f. Die Kurven wurden auf drei verschiedene Koordinatensysteme verteilt, damit die einzelnen Verläufe besser unterschieden werden können. Die Symbole bezeichnen verschiedene Produktionsverfahren bzw. Investitionsgüter (z. B. DL = Diesellokomotive; TC = Metall-Container; SM = Breitbandwalzwerk; BF = Hochgeschwindigkeits-Flaschenfüller etc.),

Auch Mansfield kommt zu dem Schluß, daß "the growth over time in the number of forms having introduced an innovation should conform to a logistic function, an S-shaped growth curve frequently encountered in biology and the social sciences."¹⁾

In Abb. 15 lassen sich die unterschiedlichen Zeitspannen, die die Verbreitung verschiedener Inventionen benötigen, deutlich feststellen. Je steiler eine Kurve verläuft, desto "erfolgreicher" ist die Invention und vice versa.

Als weiteres Beispiel für die Form von Diffusionskurven dient die Umsatzentwicklung eines Analysiergerätes (Spektralfotometer), eines optisch-elektronischen Meßgerätes, das in der chemischen Industrie Anwendung findet.²⁾ Obwohl es sich hier um die Umsatzentwicklung und nicht um die Anzahl bzw. den relativen Anteil der Erwerber dieses Gutes an der Gesamtzahl der potentiellen Anwender handelt, soll die Untersuchung herangezogen werden, da nicht anzunehmen ist, daß nur ein bzw. sehr wenige Unternehmen der chemischen Industrie von dem neuen Gerät Gebrauch machen.³⁾

Die Entwicklung folgte bis 1966 einer Normalverteilung, eine Tatsache, die nach Ansicht von Schatz eine entsprechende Extrapolation nach diesem Zeitpunkt rechtfertigt.

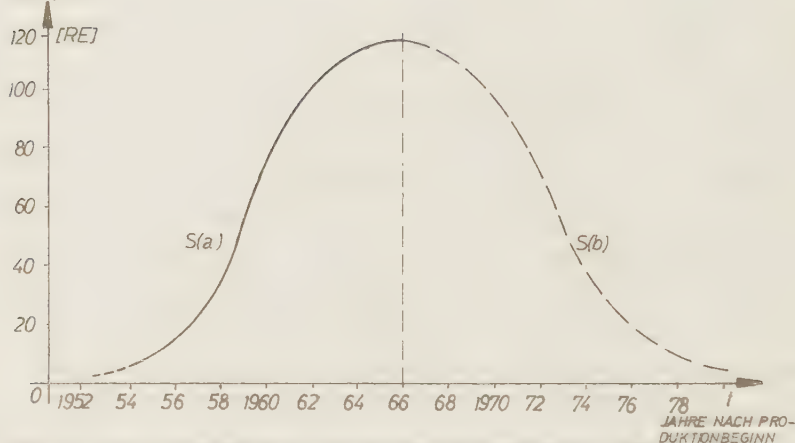
1) E. Mansfield (1969) aaO. S. 140. Mansfield verwendet von der Struktur her die gleiche Wachstumskurve wie Griliches, nämlich

$$m_{ij}(t) = n_{ij} \left[1 + e^{-(l_{ij} + \phi_{ij}t)} \right]^{-1}.$$

2) Vgl. O. H. Schatz (1967) aaO. S. 44 und A 11 im Anhang.

3) Dem ist hinzuzufügen, daß es sich hier um ein Gerät in der Preisklasse von DM 10.000.-- handelt. Damit liegt das Gerät auch in der (finanziellen) Reichweite kleinerer und mittlerer Unternehmen.

Abb. 16:



(S(a) ist der tatsächliche Zuwachs des Umsatzes bis 1965,

S(b) der geschätzte Zuwachs nach 1965).

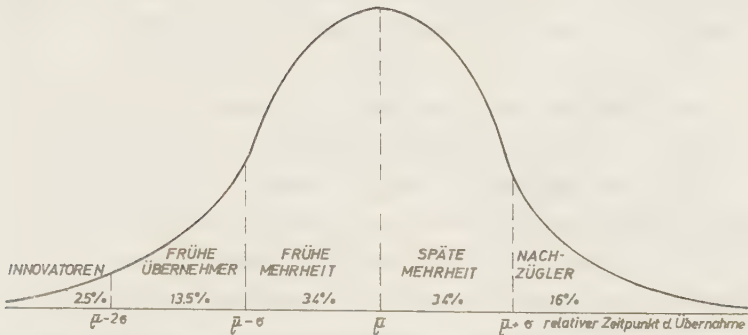
Anhand der angeführten Beispiele wird deutlich, daß mit einer gewissen Berechtigung von einem S-förmigen Verlauf der Diffusionskurven für Inventionen ausgegangen werden kann. Die Wahl einer bestimmten algebraischen Funktion zur Beschreibung der beobachteten S-förmigen Verteilung der Daten ist etwas willkürlich. Am häufigsten werden die Funktionen verwendet, die eine (kumulierte) Normalverteilung oder eine logistische Verteilung beschreiben. Die entsprechenden Kurvenverläufe sind aufgrund ihrer nahezu identischen Form unter gleichen Nebenbedingungen kaum zu unterscheiden.¹⁾

Rogers teilt die Fläche unter der eine Normalverteilung beschreibenden Kurve in die verschiedenen Unternehmerkategorien ein.²⁾

1) "There is little doubt that for an ordinary analysis the numerical results (der beiden Funktionstypen; Anm. d. Verf.) obtained are not very different." J. Aitchison and J. A. C. Brown, *The Lognormal Distribution*, Cambridge, 1963, 2. nd ed., S. 74 (vgl. besonders Tabelle 7.3).

2) Vgl. F. M. Rogers (1962) aaO. S. 162. Es wurden geringfügige Korrekturen und eine teilweise Veränderung der Symbole vorgenommen.

Abb. 17:



Die in Abb. 17 gewählte Darstellungsweise bietet die Möglichkeit, das Innovationsverhalten eines A-Unternehmens in eine der fünf Kategorien einzuordnen. Dies geschieht mit Hilfe von "standard scores"¹⁾, die sich wie folgt berechnen lassen

$$z = \frac{x_1 - \bar{\mu}}{\sigma} \quad (-1 \leq z \leq +1)$$

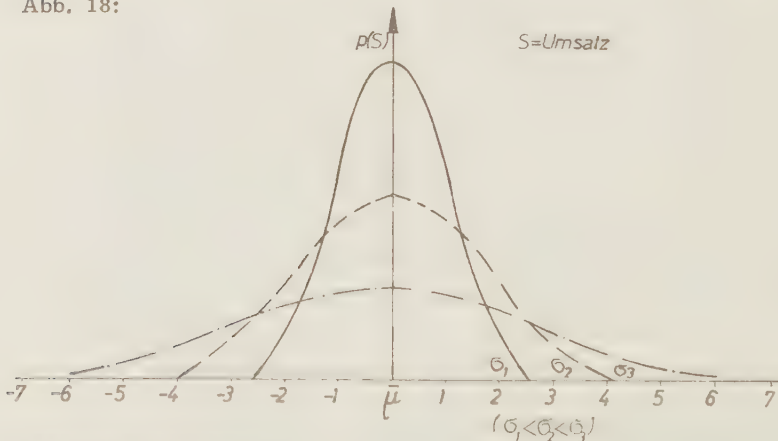
(x_1 = Zeitpunkt der Adoption einer Invention; $\bar{\mu}$ = durchschnittlicher Adoptionszeitpunkt)

Übernimmt bzw. erwirbt ein A-Unternehmen eine Invention z. B. 1963 (= x_1) und beträgt der durchschnittliche Adoptionszeitpunkt 1965 (= $\bar{\mu}$), bei einer Standardabweichung von vier Jahren (= σ), so errechnet man für z einen Wert von -0.5, d. h. das betreffende A-Unternehmen ist unter die Kategorie "frühe Mehrheit" zu subsumieren. Ein Vorteil von z liegt vor allem darin, daß es eine unbenannte Zahl ist, die es erlaubt, die Adoptionszeiten verschiedener Inventionen ohne Rücksicht auf deren spezifischen Charakter miteinander zu vergleichen und Aussagen über das jeweilige A-Unternehmen hinsichtlich seiner "Innovationsfreudigkeit" zu machen. Die in Abb. 17 angeführten A-Unternehmen in den verschiedenen Übernehmerkategorien stellen in ihrer Gesamtheit die Masse der

1) Vgl. E. M. Rogers (1962) aaO. S. 163 ff.

potentiellen Erwerber einer von einem E-Unternehmen angebotenen Invention dar. Sie handeln in ihren Entscheidungen nicht unabhängig voneinander, sondern der Entschluß über Annahme oder Ablehnung einer Invention der (zeitlich) vorgelagerten Gruppe beeinflusst im allgemeinen die Verhaltensweise der nachgelagerten Gruppe (bzw. Gruppen). Die Interdependenz der Entscheidungen zwischen den einzelnen Gruppen determiniert in starkem Maße die Form der Diffusionskurven. Beschreibt man die Diffusionskurven mit Hilfe einer Normalverteilung, die durch die beiden Parameter μ und σ charakterisiert wird, so läßt sich eine Verbindung zur Projektauswahl eines E-Unternehmens herstellen.¹⁾ Die Standardabweichung stellt hier das Marktrisiko des E-Unternehmens für eine bestimmte Invention dar. Das Gesamtrisiko (Σ) setzt sich aus dem technischen Risiko und dem Marktrisiko zusammen: $\Sigma = \sigma_t + \sigma_m$, wobei $\sigma_t \neq \sigma_m$. Das technische Risiko ist in diesem Stadium der Analyse jedoch gleich Null, da es hier nur um den Verkauf des neu geschaffenen technischen Wissens geht; d. h. das technische Problem ist bereits gelöst.

Abb. 18:



1) Vgl. hierzu S. 45 ff dieser Arbeit.

Wie in Abb. 18 gezeigt wird, bedingen große Werte für σ flache, kleinere Werte dagegen steilere Diffusionskurven. Es liegt auf der Hand, daß von einem E-Unternehmen eine Diffusionskurve angestrebt wird, die sich durch geringes σ auszeichnet. Die Gründe hierfür sind:

- 1) Ein schnellerer Rückfluß des eingesetzten Kapitals;
- 2) Stärkung der Finanzkraft und damit bessere Möglichkeiten, neue Projekte in Angriff zu nehmen;
- 3) Zunahme der Wahrscheinlichkeit von Substitutionserfindungen mit steigender Diffusionsdauer.

Damit stellt sich die Frage, von welchen Faktoren die Form der Diffusionskurve abhängig ist. Das Problem kann auch etwas anders formuliert werden: Betrachtet man z. B. den Zeitpunkt (t-1) als Gleichgewichtssituation einer Branche, die sich durch einen bestimmten Stand des technischen Wissens auszeichnet und wird in (t) von einem beliebigen E-Unternehmen eine kostenmindernde Invention angeboten, so wird mit der Adoption (und damit der Anwendung) dieser Invention durch das erste A-Unternehmen, dieses Gleichgewicht gestört.¹⁾ Es setzt ein Anpassungsprozeß ein, in dessen Rahmen die einzelnen A-Unternehmen (eingeordnet z. B. nach ihren spezifischen standard-scores) als Mitglied einer bestimmten Übernehmerkategorie auftreten. Das neue Gleichgewicht ist dann erreicht, wenn alle potentiellen Übernehmer die Invention erworben haben und innerhalb der Branche wieder gleiche Kostenstrukturen herrschen.²⁾ Es geht also weniger darum, in einer komparativ-statischen Fragestellung die beiden Gleichgewichtssituationen

1) Dieser Prozeß wurde im vorangegangenen Abschnitt ausführlich beschrieben.

2) In der Realität werden sich verschiedene Diffusionskurven überlagern, da immer wieder neue Inventionen auf den Markt kommen. Das Gleichgewicht des "ersten" Diffusionsprozesses wird im allgemeinen nicht erreicht werden.

zu vergleichen als um das Problem zu fragen, von welchen Determinanten die Zeitdauer des Anpassungsprozesses beeinflusst wird.

3.2. Modell des Diffusionsprozesses

Um den Anpassungsprozeß (= Diffusionsprozeß) näher zu beschreiben, wird nun analog zur Innovationsfunktion eine Imitations- oder Diffusionsfunktion gebildet. Hierzu sind einige Prämissen zu setzen, um den Verlauf der Diffusionskurve für eine beliebige Invention zu erhalten:

- 1) Es wird nur eine Invention betrachtet. Alternativmöglichkeiten für das A-Unternehmen in Form konkurrierender Inventionen sollen nicht gegeben sein.
- 2) Veränderte Gewinnerwartungen bei verzögerter Imitation werden nicht explizit in die Funktion einbezogen.¹⁾
- 3) Alle A-Unternehmen eines Industriezweigs seien in der Lage, die Innovation durchzuführen.
- 4) Die einzelnen Determinanten des Diffusionsprozesses werden als voneinander unabhängig angesehen.²⁾

Ein Problem besonderer Art stellt die Einführung der Sättigungsgrenze m für eine bestimmte Invention (z. B. I_1) dar.³⁾ Ihre Fest-

-
- 1) Diese vereinfachende Prämisse dürfte vor allem bei Inventionen in Form neuer Produkte problematisch sein.
 - 2) Dies ist nicht immer der Fall, wie bereits bei der Untersuchung des Adoptionsprozesses festgestellt wurde. Vgl. S.138 dieser Arbeit.
 - 3) Zu ihrer Bestimmung gibt es verschiedene Methoden. Eine mehr theoretisch ausgerichtete Vorgehensweise verfolgt Griliches (1957) aaO. S. 504, während Brödner und Hamke die Sättigungsgrenze für eine bestimmte Invention aus der Befragung von Experten gewinnen. Vgl. P. Brödner und F. Hamke, Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen, Bericht über eine Prognose der mutmaßlichen Entwicklung in der Einzel- und Kleinserienfertigung. Mitteilungen der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 3. Jg. 1970, S. 156 f.

stellung ist deshalb problematisch, weil Prognosen sowohl hinsichtlich aller möglichen Verwendungsarten einer Invention¹⁾ als auch in bezug auf die Anzahl der potentiellen Anwender schwierig sind.²⁾ Vereinfachend wird angenommen, es existiere eine solche Sättigungsgrenze, die im Zeitablauf konstant bleibe. Bezeichnet man die absolute Anzahl der in Anwendung befindlichen Inventionen (d. h. die durchgeführten Innovationen) in einem beliebigen Zeitpunkt mit $i(t)$, so wird die relative Anzahl oder die Verbreitungsdichte der Invention durch $p(t) = \frac{i(t)}{m}$ gegeben. Der Anteil von potentiellen Übernehmern in einem Zeitpunkt (t) , die die Invention in der Zeitspanne $(t+\Delta t)$ erwerben, ergibt sich dann als

$$(1) \quad \lambda(t) = \frac{i(t+\Delta t) - i(t)}{m - i(t)} \quad . \quad 3)$$

Man kann diese Beziehung auch als "Imitationsneigung" interpretieren. Es stellt sich nun die Frage, von welchen Determinanten $\lambda(t)$ bestimmt wird.

Da wir davon ausgingen, daß die Dauer des Diffusionsprozesses gleich der Summe der einzelnen Adoptionsprozesse ist, sind die Determinanten von letzterem grundsätzlich auch die von ersterem, also

$$(2) \quad \lambda(t) = f(z, s, r).$$

Die unabhängigen Variablen der Imitationsfunktion sollen jedoch gegenüber der Innovationsfunktion etwas anders interpretiert werden. Aufgrund der Durchführung einer Innovation durch ein oder

1) Es können sich z. B. im Zuge des Diffusionsprozesses neue, bisher nicht berücksichtigte bzw. erkannte Anwendungsmöglichkeiten für eine Invention eröffnen.

2) Selbst wenn die Zahl der bereits auf dem A-Markt tätigen Unternehmen zutreffend geschätzt werden kann, für die eine Invention relevant ist, bleibt die Zahl der potentiellen Anwender, die eventuell mit Hilfe der Invention in den betreffenden Markt der A-Industrie eindringen wollen, ungewiß.

3) Vgl. hierzu auch E. Mansfield (1968) aaO. S. 137.

mehrere A-Unternehmen, kann die Erreichung eines bestimmten Ziels des potentiellen Übernehmers gefährdet werden. Je größer diese Gefährdung erscheint, desto stärker wird der positive Einfluß von z auf λ sein ($-\frac{\partial \lambda}{\partial z} > 0$). Mit zunehmender Anwendung der Invention und steigender Erfahrung im Umgang mit dem neuen Wissen wird der Wert von s ($s = s_t + s_m$) geringer, was auch für das negative Gewicht von s hinsichtlich λ ($-\frac{\partial \lambda}{\partial s} < 0$) Gültigkeit hat. Schließlich ist $\frac{\partial \lambda}{\partial r}$ auf Märkten mit unterschiedlichem Entlastungsgrad generell größer oder kleiner im Vergleich zwischen den Märkten (wobei immer gilt: $\frac{\partial \lambda}{\partial r} > 0$). Außer den genannten drei Variablen wird mit $p(t)$ eine vierte in die Imitationsfunktion eingeführt. Dahinter steht folgende Vorstellung: Einem A-Unternehmen kann es in seiner Eigenschaft als Mitglied einer bestimmten Gruppe (sie wird durch den für das Unternehmen relevanten Markt abgegrenzt) nicht gleichgültig sein, welche Handlungen die übrigen Gruppenmitglieder realisieren. Die bloße Tatsache, daß z. B. einige Unternehmen eine im Kalkül des betrachteten A-Unternehmens nicht zu vernachlässigende Innovation schon durchgeführt haben, übt einen gewissen Druck auf die Entscheidung eben dieses Unternehmens aus. Dieser Effekt (symbolisiert durch $p(t)$) zeigte sich auch in empirischen Untersuchungen.¹⁾ Die Imitationsfunktion nimmt nach der Einführung von $p(t)$ die Form

$$(3) \quad \lambda(t) = f(z, s, r, p(t))$$

an. Die Auswirkungen von $p(t)$ auf λ lassen sich folgendermaßen beschreiben: Je höher der realisierte Bestand an neuem Wissen ist (je mehr Unternehmen die Innovation durchgeführt haben), desto

1) Vgl. z. B. J. Coleman, E. Katz, and H. Menzel, The Diffusion of an Innovation Among Physicians, Sociometry, Vol. XX, 1957, S. 253 ff (die Verfasser sprechen dort von einem "snow-ball" Effekt) oder E. Mansfield (1968) aaO. S. 137 f (besonders Fußnote 8). Mansfield spricht von einem "bandwagon" Effekt.

größer wird der Handlungsdruck für die Nachzügler ($\frac{\partial \lambda}{\partial p(t)} > 0$).

Aus (1) in Verbindung mit (3) ergibt sich

$$(4) \quad \frac{i(t+\Delta t) - i(t)}{m - i(t)} = f(z, s, r, p(t)).$$

Die in Gleichung (4) dargestellte Funktion f ist in ihren Einzelheiten unbekannt. Darin kommt die Tatsache zum Ausdruck, daß sowohl Adoptions- als auch Diffusionsprozeß bei unvollkommener Information der Entscheidungsträger ablaufen. Für die Konkretisierung der funktionalen Beziehung in Gleichung (4) wird deshalb lediglich ein kontinuierliches Anwachsen der Anzahl der die Invention anwendenden Unternehmen angenommen. Außerdem sei vorausgesetzt, daß die Funktion im relevanten Bereich durch eine Taylor-Reihe approximierbar sei. Unter diesen Prämissen wird die Funktion in Gleichung (4) in eine Taylor-Reihe (in $p(t)$) entwickelt und man erhält:

$$(5) \quad \frac{i(t+\Delta t) - i(t)}{m - i(t)} = a_0 + a_1 z + a_2 s + a_3 r + a_4 p(t) + a_5 z s + a_6 z r + a_7 z p(t) + a_8 s r + a_9 s p(t) + a_{10} r p(t) + a_{11} z^2 + a_{12} s^2 + a_{13} r^2 + a_{14} p^2(t) + \dots$$

Neben der Eigenschaft der Taylor-Reihe, die es gestattet, die Glieder dritter und höherer Ordnung zu vernachlässigen, soll eine weitere, für die Diffusion von Innovationen wesentliche Beobachtung ausgenutzt werden: Sowohl Mansfield¹⁾ als auch Brödner und Hamke²⁾ stellen in empirischen Analysen fest, daß der Koeffizient (a_{14}) von $p^2(t)$ in Gleichung (5) gegen Null geht. Damit kann auch das quadratische Glied der Taylor-Reihe vernachlässigt werden. Die Berücksichtigung dieser Ergebnisse und die Umformung von (5) unter Verwendung von (4) ergibt:

$$(6) \quad i(t+\Delta t) - i(t) = [m - i(t)] [a_0 + a_1 z + \dots + a_4 p(t) + \dots + a_{13} r^2 + \dots]$$

1) Vgl. E. Mansfield (1968) aaO. S. 139 und 134 f Fig. 7.1.

2) Vgl. P. Brödner und F. Hamke (1970) aaO. S. 159 und Bild 5.4 S. 161.

Da für die folgende Analyse Aussagen über die Koeffizienten von $p(t)$ entscheidend sind, seien diese in einem Ausdruck (ebenso wie die Glieder ohne $p(t)$) zusammengefaßt:

$$c = a_4 + a_7 z + a_9 s + a_{10} r + \dots$$

$$k = a_0 + a_1 z + a_2 r + a_5 z s + \dots$$

In (6) eingesetzt folgt daraus:

$$(6a) \quad i(t+\Delta t) - i(t) = [m - i(t)] [k + cp(t)].$$

Nimmt man $\Delta t \rightarrow 0$ an, so geht die Differenzengleichung (6a) in die Differentialgleichung

$$(7) \quad \frac{di(t)}{dt} = [m - i(t)] [k + cp(t)]$$

über. Unter Berücksichtigung von $p(t) = \frac{i(t)}{m}$ erhält man schließlich¹⁾

$$(8) \quad \dot{p} = [1 - p] [k + cp]$$

Diese nichtlineare Differentialgleichung hat die Lösung²⁾

$$(9) \quad p(t) = \frac{e^{c_0 + (k+c)t} - \frac{k}{c}}{1 + e^{c_0 + (k+c)t}}$$

Sieht man sich die Veränderungen von p im Zeitablauf an, so muß in einem bestimmten Zeitpunkt die Verbreitungsdichte den Wert Null annehmen. Nach Gleichung (9) ist dies dann der Fall, wenn $\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0$; wobei dann auch, wie aus (8) und (9) ersichtlich, $k = 0$. Setzt man $k = 0$ in (9) ein, dann erhält man als endgültige Lösung für (8)

$$(10) \quad p(t) = \frac{1}{1 + e^{-(c_0 + ct)}}.$$

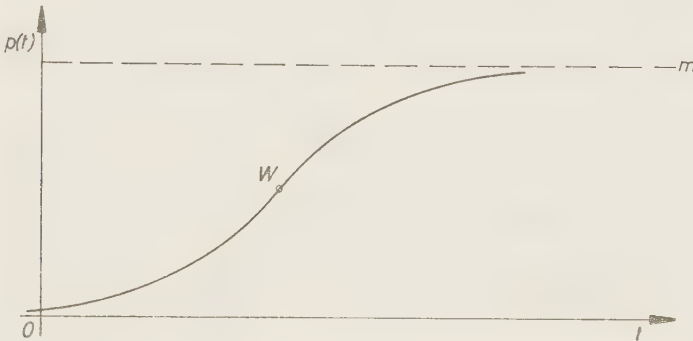
In Gleichung (10) ist c_0 eine Integrationskonstante, die die Lage der Kurve auf der Zeitachse beschreibt. Weiter ist festzustellen, daß der Wert von $p(t)$ allein von c abhängig ist. Gleichung (10)

1) Wobei $\dot{p} = \frac{dp}{dt}$.

2) Zur Lösung von (6) vgl. Appendix B, S. 259 ff.

stellt eine logistische Kurve dar,¹⁾ die sich der Zeitachse und der Sättigungsgrenze asymptotisch nähert. Die Diffusionskurve hat etwa folgende Gestalt:

Abb. 19:



Hinsichtlich des Wendepunktes W ist die Kurve symmetrisch, eine Veränderung von c_0 bewirkt eine (parallele) Verschiebung entlang der Zeitachse; eine Veränderung von c hat eine Änderung der Steigung der Kurve zur Folge. Diese Eigenschaften der Gleichung (10) sind die Ansatzpunkte für die weiteren Überlegungen hinsichtlich des Verlaufs von Diffusionskurven. Zuvor seien jedoch noch zwei Einschränkungen gemacht, die den Anfangs- bzw. Endpunkt der Kurven betreffen.

Es wurde oben festgestellt, daß ein Grenzwert der Form $\lim_{t \rightarrow \infty} p(t) = 0$ existiert (bei dem auch $k = 0$). Diese Konstellation ist für eine Situation kennzeichnend, in der ein E-Unternehmen eine bestimmte Invention anbietet, die Innovation durch ein A-Unternehmen indes noch nicht durchgeführt wurde. Es herrscht also noch ein Gleichgewichtszustand in der A-Industrie in dem Sinne, wie er weiter oben beschrieben wurde.²⁾ Durch die Adoption der Invention seitens

1) Es zeigt sich, daß die logistische Funktion als endgültige Lösung aus dem beschriebenen Modell hervorgeht.

2) Vgl. S. 167 dieser Arbeit.

des ersten A-Unternehmens wird dieser Zustand gestört und es setzt ein Anpassungsprozeß ein, der zu einem Gleichgewicht führt, das bei $p(t) = 1$ (dann ist $i(t) = m$) erreicht ist. Zu $p(t) = 1$ gelangt man, wenn $t \rightarrow +\infty$ geht, also $\lim_{t \rightarrow +\infty} p(t) = 1$.¹⁾ Nun ist ein Diffusionsprozeß, der im Zeitpunkt $t = -\infty$ beginnt und in $t = +\infty$ endet, nicht operational. Diese Schwierigkeit kann man umgehen, indem man sich auf einen "relevanten Bereich" der Kurve beschränkt. Zu seiner Definition sei Abb. 17 herangezogen. Sie erfährt dadurch eine geringe Abwandlung, daß wir die Kategorie "Nachzügler" noch einmal unterteilen, um eine den "Innovatoren" entsprechende Gruppe zu erhalten. Zu diesem Zweck bilden wir die Gruppe "Nachzügler I" und die der "Nachzügler II".²⁾ Der "relevante Bereich" der Diffusionskurve soll durch die Beschränkung auf diejenigen Unternehmerkategorien zwischen den Innovatoren und den Nachzüglern II abgesteckt werden, die beiden Grenzbereiche werden also vernachlässigt. Der Erfolg einer Invention hängt dann entscheidend vom Verlauf der Diffusionskurve im relevanten Bereich ab. Einige Möglichkeiten sollen im folgenden mit Hilfe der ökonomischen Interpretation der Größen c_0 und c diskutiert werden.

3.3. Interpretation der Größen c_0 und c in bezug auf verschiedene Diffusionsprozesse

Die Integrationskonstante c_0 gibt, wie schon erwähnt, die Lage der Diffusionskurve auf der Zeitachse an. Die Analyse des Adoptions-

- 1) Gleichung (9) läßt sich wie folgt schreiben:

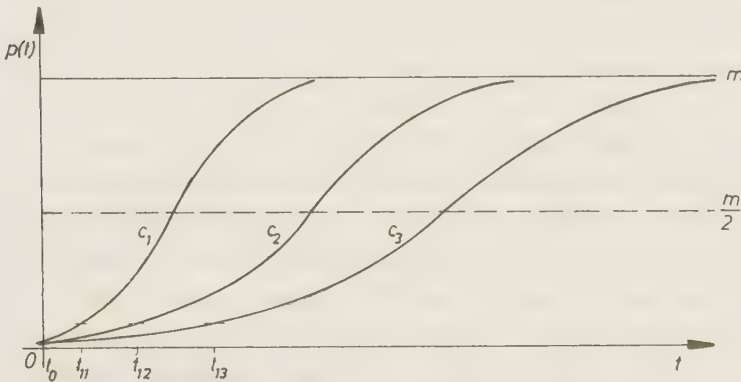
$$p(t) = \frac{e^{c_0 + (k+c)t} \frac{k}{c}}{e^{c_0 + (k+c)t} + 1}.$$

Daraus ist schwerer zu entnehmen, daß $\lim_{t \rightarrow +\infty} p(t) \approx 1$, da bei $t \rightarrow +\infty$ $\left(\frac{k}{c}\right)$ und $(+1)$ vernachlässigt werden können.

- 2) Hierdurch soll lediglich ausgedrückt werden, daß letztere das neue Wissen noch später annehmen als erstere. In Abb. 17 müßte es demnach heißen Nachzügler I (13,5 %) und Nachzügler II (2,5 %).

prozesses potentieller Innovatoren hat gezeigt, daß seine zeitliche Dauer und damit die Wahrscheinlichkeit der Adoption einer bestimmten Invention von verschiedenen Variablen abhängig ist, die auf den einzelnen Märkten eine unterschiedliche Bedeutung haben. Der relevante Bereich einer Diffusionskurve wird umso schneller erreicht, je kürzer die Adoptionsprozesse der Innovatoren (= Kategorie I) sind.¹⁾ Geht man von einem bestimmten Wert t_0 auf der Zeitachse aus, so wird der Zeitpunkt für den Eintritt in den relevanten Bereich (z. B. t_{11} ; t_{12} oder t_{13} ; vgl. Abb. 20) umso weiter von t_0 entfernt liegen, je geringer die Adoptionswahrscheinlichkeit der Invention ist.²⁾ Dieser Sachverhalt wird in Gleichung (10) durch c_0 ausgedrückt. Zur Verdeutlichung sei dies anhand einer graphischen Darstellung gezeigt:³⁾

Abb. 20:



- 1) Natürlich wirkt sich auch bereits in der 1. Periode des Diffusionsprozesses der Wert von c aus. Da der Einfluß von c jedoch insbesondere innerhalb des relevanten Bereichs geprüft werden soll, wird er in der 1. Periode vernachlässigt.
- 2) Es soll $t_\infty < t_0 < t_{11}$ gelten.
- 3) Die Werte für c_i ($i = 1, 2, 3$) symbolisieren die Verhältnisse auf verschiedenen Märkten. Es wird in Abb. 20 von gleichen Marktgrößen ($m_1 = m_2 = m_3$) ausgegangen.

Das Wachstum von $p(t)$ im relevanten Bereich wird nach Gleichung (10) durch c bestimmt. Da

$$c = a_4 + a_7 z + a_9 s + a_{10} r$$

gehen die Größen z , s und r in den Wert von c ein.¹⁾ Wenn wir wie bisher davon ausgehen, daß auf verschiedenen Märkten unterschiedliche Werte für diese Variablen angenommen werden müssen, dann folgen aus obiger Beziehung unmittelbar differenzierte Werte für c . Dies hat eine unterschiedliche Diffusionsgeschwindigkeit auf den einzelnen Märkten zur Folge.

Die genannte Schlußfolgerung läßt sich auf zweierlei Art erreichen. Einmal kann durch die Bildung der zweiten Ableitung von $p(t)$ aus Gleichung (10) die Lage des Wendepunktes der Diffusionskurve errechnet werden. Je kürzer die Zeitdauer bis zur Erreichung des Wendepunktes ist, desto höher ist die Diffusionsgeschwindigkeit einer bestimmten Invention (vgl. Abb 20).²⁾ Als Ergebnis der zweimaligen Differenzierung von (10) erhält man:³⁾

$$t = \frac{c_0}{c}$$

Wie man leicht erkennen kann, bewirkt ein wachsender Wert von c bei konstantem c_0 ein kleineres t ; $\frac{m}{2}$ (d. h. der Anteil der A-Unternehmen, die eine Invention erworben haben beträgt in bezug auf den Gesamtmarkt 50 %) wird mit wachsendem c also immer schneller erreicht.

Eine andere Möglichkeit, den Einfluß von c auf $p(t)$ zu zeigen, stellt die Bildung eines Ausdrucks dar, der die relative Veränderung von $p(t)$ hinsichtlich verschiedener Zeitpunkte des Diffusions-

-
- 1) Nach unseren bisherigen Überlegungen müßte der Koeffizient von s einen negativen Wert annehmen.
 - 2) Überträgt man diese Aussage in die Abb. 18 (S. 166), so würde dieser Fall einem geringem Wert von σ entsprechen.
 - 3) Die Herleitung dieses Ergebnisses findet sich in Appendix B, S. 261 f.

prozesses mißt:

$$\varepsilon(t) = \frac{dp(t)/dt}{p(t)}$$

Ausgerechnet ergibt sich für $\varepsilon(t)$ folgender Wert:¹⁾

$$\varepsilon(t) = \frac{ct}{e^{c_0} + ct + 1}$$

Bei wachsendem c ($c_0 = \text{const.}$) wird $\varepsilon(t)$ immer kleiner, was sich in einer Grenzwertbetrachtung als $\lim_{c \rightarrow \infty} \varepsilon(t) \rightarrow 0$ darstellen läßt.²⁾ Interpretiert man $\varepsilon(t)$ als Elastizität der Diffusionskurve, so bedeutet dies, daß ihr Wert mit wachsendem c immer kleiner wird. Eine derartige Betrachtung hat natürlich nur dann eine Aussagekraft, wenn wir verschiedene Märkte hinsichtlich der zu erwartenden Diffusionsgeschwindigkeit vergleichen, denn für einen bestimmten Markt und eine bestimmte Invention (z. B. I_1 oder I_2) nimmt c einen konstanten Wert an.

Um zu weiteren Aussagen zu gelangen, greifen wir wieder auf die weiter oben angeführte Unterscheidung in zwei verschiedene Märkte zurück, deren jeweiliges Hauptcharakteristikum der unterschiedliche Entlastungsgrad und damit eine differenzierte Wettbewerbsintensität ist. Es wird auch weiterhin $r_{M1} > r_{M2}$ angenommen. Hieraus läßt sich ceteris paribus ableiten, daß die Diffusionsgeschwindigkeit in einem M_1 -Markt größer als in einem M_2 -Markt ist. Man erhält demnach für den Diffusionsprozeß analoge Ergebnisse wie sie bereits für den Adoptionsprozeß abgeleitet wurden.³⁾

1) Vgl. hierzu Appendix B, S. 262.

2) Bei $\lim_{c \rightarrow \infty} \varepsilon(t) \rightarrow 0$ wächst der Zähler beträchtlich langsamer als der Nenner, der ein exponentielles Wachstum aufweist.

3) Vgl. dazu S. 156 f dieser Arbeit. Es ist in diesem Zusammenhang eine Anmerkung hinsichtlich des M_2 -Marktes nötig. Wir hatten festgestellt, daß der eigentliche Diffusionsprozeß auf dem M_2 -Markt sehr schnell verläuft, sobald der relevante Innovator den Adoptionsprozeß abgeschlossen hat. Da dieser jedoch sehr langwierig sein kann und Bestandteil des Diffusionsprozesses ist, kann der gesamte Prozeß der Verbreitung einer Invention auf einem M_2 -Markt durchaus längere Zeit in Anspruch nehmen als auf einem M_1 -Markt.

Dies war auch zu erwarten, da wir den Diffusionsprozeß als Summe der Adoptionsprozesse betrachten. Die beiden anderen Größen (s und z), die ebenfalls den Wert von c beeinflussen, bewirken lediglich eine Modifizierung dieses Ergebnisses, die die grundsätzliche Aussage nicht ändert. Die geringfügige Abwandlung des Ergebnisses bezieht sich auf die Art der Inventionen, also z. B. I_1 - oder I_2 -Inventionen. So kann die Diffusionsgeschwindigkeit für eine I_2 -Invention auf einem M_2 -Markt größer sein als auf einem M_1 -Markt, weil der höhere Wert für z und der geringere für s das höhere r_{M1} ($> r_{M2}$) überkompensieren.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse für den Adoptions- und den Diffusionsprozeß einer Invention

Die Nachfrage nach neuem Wissen, das durch die E-Industrie angeboten wird, unterliegt dem Einfluß verschiedener Variabler. Wir wählten als unabhängige Variable einer Innovationsfunktion eine Zielerfüllungs-, eine Sicherheits- und eine Wettbewerbsvariable. Mit ihrer Hilfe wurde der Adoptionsprozeß eines A-Unternehmens für eine bestimmte Invention beschrieben, wobei sich die Überlegungen auf das Verhalten der Innovatoren bezogen, also derjenigen Gruppe von A-Unternehmen, die die Invention in den Markt einführen. Es hat sich gezeigt, daß auf verschiedenen Märkten, gekennzeichnet durch den jeweils unterschiedlichen Entlastungsgrad bzw. die Wettbewerbsintensität, mit einem differenzierten Innovationsverhalten zu rechnen ist. Die Beantwortung der Frage, ob die Determinanten dieses Verhaltens durch die angeführten Variablen ausreichend erfaßt und beschrieben wurden, bleibt einer empirischen Überprüfung der vorliegenden "Adoptionstheorie" vorbehalten.

Eine Einflußgröße, die den Adoptionsprozeß wahrscheinlich positiv beeinflußt, nämlich die Verkaufsbemühungen für die angebotenen Güter seitens der E-Industrie, wurde in der Innovationsfunktion nicht berücksichtigt.¹⁾ Einmal ist diese Größe quantitativ noch schwerer zu erfassen als die anderen Größen und zum anderen dürften die Verkaufsbemühungen auf allen Märkten mit der gleichen Intensität durchgeführt werden, so daß sie generell zu einer zeitlichen Verkürzung des Adoptionsprozesses führen werden, ohne von der Marktform abhängig zu sein.

Während sich die Innovationsfunktion primär auf den Adoptionsprozeß der Innovatoren bezieht, zielt die näher spezifizierte Imitationsfunktion in erster Linie auf den Diffusionsprozeß, also auf das Verhalten der übrigen Übernehmerkategorien ab. Da wir von der Annahme ausgehen, der Diffusionsprozeß einer Invention sei die Summe der Adoptionsprozesse in den einzelnen A-Unternehmen, sind die Variablen der Imitationsfunktion grundsätzlich mit denen der Innovationsfunktion identisch. Neben einer etwas anderen Interpretation der oben genannten drei Variablen, kam noch eine vierte Variable hinzu, die einen gewissen "bandwagon"-Effekt symbolisieren soll.

Die Analyse des Diffusionsprozesses ergab eine logistische Diffusionskurve, die, wie sich aus zahlreichen empirischen Untersuchungen schließen läßt, als charakteristischer Verlauf der Verbreitung einer Invention innerhalb eines Industriezweigs der A-Industrie angenommen werden kann. Unter der Voraussetzung konstanter Koeffizienten und bei genügend großer Anzahl von Beobachtungswerten, gestattet sie Prognosen über die Zunahme der zu-

1) Auf die Bedeutung der Verkaufsberatungen für die Verbreitung einer Invention weist auch Rogers hin: "... the greater the promotional effort by county extension agents, the greater the adoption of innovations by farmers in their counties." E. M. Rogers (1962) aaO. S. 259.

künftigen Verbreitungsdichte der betrachteten Invention. Derartige Aussagen sind für ein E-Unternehmen, das neues Wissen in Form einer Invention anbieten möchte, für die Abschätzung des ökonomischen Erfolgs von wesentlicher Bedeutung. Er ist weitgehend von dem Preis abhängig, den eine Invention auf den A-Märkten erzielt. Es soll deshalb im folgenden Kapitel der Versuch gemacht werden, mit Hilfe von Aussagen über das Angebot von und die Nachfrage nach neuem Wissen zu Aussagen über dessen Preis zu gelangen.

C. Die Preisbildung für das Gut "neues technisches Wissen"

I. Einführende Bemerkungen

Bestandteile eines funktionsfähigen Marktes sind Anbieter, die bestimmte Güter offerieren und Nachfrager, die bereit sind, hierfür bestimmte Preise zu bezahlen. Sowohl die Existenz von Anbietern als auch die von Nachfragern auf einem Markt für neues Wissen wurde in den bisherigen Ausführungen beschrieben. Mit der Erwähnung des dritten notwendigen Bestandteils eines Marktes wird eine wesentliche Schwierigkeit des Preisbildungsprozesses für neues Wissen angesprochen: Es muß versucht werden, dieses Gut auf irgendeine Art und Weise "marktfähig" zu machen. Um dies zu erreichen, ist das immatrielle ökonomische Gut¹⁾ "neues Wissen" in ein materielles Gut zu transformieren. Zu diesem Zwecke sollen die Eigenschaften des Gutes "neues Wissen" zunächst näher untersucht werden.

Bei der Analyse des Adoptionsprozesses als Entscheidungsproblem eines A-Unternehmens²⁾ wurde bereits ein Problem erwähnt, das im vorliegenden Zusammenhang noch einmal angesprochen werden muß. Der Entscheidungsträger kann die einzelnen Phasen des Adoptionsprozesses bis zur Annahme oder Zurückweisung einer Invention nur dann durchlaufen, wenn er im Besitz aller relevanten Informationen über diese Invention ist. Dies bedeutet aber, daß er ohne irgendwelche Kosten in den Besitz des Informationsgehaltes der Invention gekommen ist, denn das E-Unternehmen ist im Zuge seiner Verkaufsbemühungen gezwungen, den Interessenten die entsprechenden Informationen kostenlos zur Verfügung zu stellen. Die-

1) Vgl. hierzu auch M. Neumann (1969) aaO. S. 110

2) Siehe S. 118 ff dieser Arbeit.

se Situation nennt Arrow "... a fundamental paradox in the determination of demand for information; (denn, Anm. d. Verf.) its value for the purchaser is not known until he has the information, but then he has in effect acquired it without cost."¹⁾ In diesem Falle treten demnach keine Beschaffungskosten für das neue Wissen auf.

Es wird außerdem argumentiert, daß die Kosten der Reproduktion von neuem Wissen gleich Null sind.²⁾ Ist dieses Wissen nach einem bestimmten Produktionsaufwand seitens des E-Unternehmens einmal vorhanden, so läßt es sich beliebig vermehren, ohne zusätzliche Kosten zu verursachen. Ein ökonomisches Gut, sei es materieller oder immaterieller Natur, das geeignet ist, einen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Produktion zu leisten und dabei in beliebiger Menge zur Verfügung steht, besitzt keinen Schattenpreis und hat damit den Charakter eines freien Gutes.

Faßt man diese wenigen Bemerkungen zusammen, so ist aus ihnen unschwer abzuleiten, daß das Gut "neues Wissen" in der vorliegenden Form nicht Gegenstand von Marktbeziehungen zwischen E- und A-Unternehmen sein kann.

Um diesem Mangel abzuhelpen müssen wir, wie bereits erwähnt, versuchen, das immaterielle und freie Gut "neues Wissen" in ein nur begrenzt verfügbares Gut mit materiellen Eigenschaften zu transformieren.

Hat ein E-Unternehmen, das eine Invention verkaufen möchte, ein A-Unternehmen vollständig mit allen relevanten Informationen über diese Invention ausgestattet,³⁾ so kann es dafür keinen Preis

1) K. Arrow (1962) aaO. S. 615.

2) Vgl. z. B. G. Prosi (1966) aaO. S. 197 und W. D. Nordhaus (1969) aaO. S. 18.

3) Spricht man von "allen relevanten Informationen", so können die Informationen nicht "bruchstückweise" an das interessierte A-Unternehmen abgegeben werden, d. h. sie weisen in diesem Sinne Unteilbarkeiten auf.

mehr verlangen, denn das betreffende A-Unternehmen würde ihn nicht bezahlen. Wofür es jedoch bezahlen wird (sofern es zu einer positiven Innovationsentscheidung gekommen ist) ist das Recht zur "Anwendung des neuen Wissens" für seine unternehmensspezifischen Zwecke, wenn dieses Recht nur dem betreffenden E-Unternehmen zusteht.¹⁾ Aus diesem Grunde ist es für die folgende Analyse zweckmäßig, nicht mehr von dem ökonomischen Gut "neues Wissen", sondern von dem Gut "Verwendung von neuem Wissen" zu sprechen. Als eine Einheit dieses Gutes sei die "Verwendung von neuem Wissen pro Produkteinheit" verstanden.²⁾

-
- 1) Ein Einwand der hier erhoben werden könnte, liegt in der Weitergabe der erworbenen Informationen durch ein A-Unternehmen an andere A-Unternehmen und zwar gegen Zahlung eines gewissen Preises. Dies würde eine Umgehung des E-Unternehmens bedeuten, das die Information ursprünglich geliefert hat. Es wurde jedoch bereits oben auf das Interesse des Ersterwerbers einer Invention hingewiesen, das darin besteht, durch den möglichst frühzeitigen Erwerb des neuen Wissens einen temporären Vorsprung vor den Konkurrenten auf der Ebene der A-Industrie zu gewinnen. Dieser Vorteil würde, zumindest teilweise, durch das in dem Einwand beschriebene Verhalten des A-Unternehmens wieder abgegeben werden. Außerdem würde das E-Unternehmen gegen dieses Vorgehen patentrechtlich einschreiten können.
 - 2) Hier folgen wir der Definition von Prosi, der diese Vorgehensweise wählt um einmal die Lizenzgebühr pro Produkteinheit zu berechnen und zum anderen die Nachfragefunktion nach dem Gut "Verwendung der neuen Technik" aus der Nachfrage nach dem mit Hilfe der neuen Technik produzierten Gutes ableiten zu können. Vgl. G. Prosi (1966) aaO. S. 180 f. und 192 f. Ein analoges Verfahren findet man bei Niehans zur Beschreibung der Auswirkungen von vertikal aneinandergereihten Monopolen auf die Endpreise. Vgl. J. Niehans, Monopolpreis, vertikale Integration und Mengenrabatt, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 1959, 95. Jahrgang, S. 328 ff.

Der Preis für das Gut "Verwendung von neuem Wissen" bzw. für eine Einheit dieses Gutes, kann dann in der Form einer Lizenzgebühr an das E-Unternehmen bezahlt werden.¹⁾ Voraussetzung hierfür ist die Patenterteilung für die betreffende Invention an das E-Unternehmen.

Mit der Konzeption des Gutes "Verwendung von neuem Wissen" ist aber noch nichts über seine Reproduktionskosten ausgesagt. Wie oben schon einmal erwähnt wurde, setzt man die Grenzkosten für die Reproduktion einer einmal getätigten Invention gleich Null.²⁾ Dies trifft zweifellos zu, solange man die Argumentation auf das "reine" Gut "neues Wissen" beschränkt. Es kann beliebig oft vervielfältigt werden, ohne zusätzliche Kosten zu verursachen. Wird aber von der "Verwendung von neuem Wissen" ausgegangen, so ist dies nicht mehr der Fall. In unserem Modell muß das E-Unternehmen im Verlauf des Adoptionsprozesses, den jedes A-Unternehmen durchläuft, diesem Berater zur Verfügung stellen, die es mit dem neuen Wissen vertraut machen. Den potentiellen Erwerbern ist zumindest der Teil des für die Anwendung der Invention erforderlichen know-how zu vermitteln, der im E-Unternehmen entwickelt wurde. Man kann diese Art von Kosten Distributions- oder Marketingkosten nennen. Unter diesem Aspekt sind also durchaus positive Grenzkosten möglich. Ihre Bedeutung ist jedoch im Verhältnis zu dem der fixen Kosten des Projekts gering anzusetzen, weshalb sie in den folgenden Ausführungen vernachlässigt werden.

-
- 1) Vgl. hinsichtlich verschiedener Möglichkeiten der Berechnung von Lizenzgebühren O. Lieberknecht, Patente, Lizenzverträge und Verbot von Wettbewerbsbeschränkungen, Frankfurt/M., 1953, S. 234 ff. und H. Hirsch (1970) aaO. S. 115 f.
 - 2) Damit wird jedoch nicht ausgeschlossen, daß im Rahmen der Produktion von neuem Wissen bei den einzelnen "Suchstufen" positive Grenzkosten auftreten.

Die wesentliche Kostenart einer Invention durch ein E-Unternehmen stellen die fixen Kosten dar. Die bis zur angebotsreifen Invention angefallenen Kosten des Unternehmens für das zur Diskussion stehende Projekt haben deshalb Fixkostencharakter, da ihre Höhe von der weiteren "Produktion" des Gutes unabhängig ist. Bestandteile dieser Kosten sind vor allem die direkten Kosten des Projekts und die Gemeinkosten. Letztere enthalten natürlich auch die Kosten für fehlgeschlagene Experimente.¹⁾

Stellt man die Frage, welches Preisbildungsmodell den Verhältnissen zwischen E- und A-Industrie angemessen ist, so ist folgendes zu berücksichtigen: Es wurde weiter oben bereits darauf hingewiesen,²⁾ daß der Adoptionsprozeß einer Invention eine bilaterale Beziehung zwischen einem E- und einem A-Unternehmen darstellt. Von jedem A-Unternehmen, das die Invention erwirbt, wird mit dem die Invention anbietenden E-Unternehmen ein Lizenzvertrag abgeschlossen. Er ermöglicht es dem Erwerber, das patentierte Wissen des Veräußerers gegen Entrichtung eines Preises zu verwenden.

Da es sich bei dem ökonomischen Gut, dessen Preis gefunden werden soll, um ein neues Gut handelt,³⁾ ist das betrachtete E-

1) Verschiedene Verfahren zur Reduktion der Zahl der Fehlschläge bei Forschungsprojekten finden sich bei O. Schatz (1967) aaO. S. 60 f und S. 101 ff.

2) Vgl. S. 115 ff dieser Arbeit.

3) Unterteilt man das relevante technische Wissen in subjektiv und objektiv neues Wissen, so kann das Angebot des E-Unternehmens nur letzteres verkörpern. Unter subjektiv neuem Wissen soll dabei eine Invention verstanden werden, die nur für das erwerbende A-Unternehmen neu ist. Dagegen stellt objektiv neues Wissen eine Invention dar, die innerhalb einer Volkswirtschaft als neu anzusehen ist. Bietet ein E-Unternehmen nur subjektiv neues Wissen an, so kommt es sofort mit dem Patent eines anderen E-Unternehmens in Konflikt, denn Inventionen dieser Art wurden dann ja bereits gemacht. Für die A-Unternehmen handelt es sich jedoch bei der betreffenden Invention immer um subjektiv neues Wissen.

Unternehmen im Augenblick des erstmaligen Angebots der Invention ex definitione als Monopolist anzusehen.¹⁾ Auf der Nachfrageseite stehen die Unternehmen der A-Industrie, die in verschiedene Übernehmerkategorien eingeteilt werden können. Für die einzelnen A-Unternehmen sind beim Erwerb der Invention durchaus verschiedene Bedingungen gegeben. Dies wurde bei der Analyse des Adoptions- und des Diffusionsprozesses gezeigt. Besonders interessant ist der Fall des Ersterwerbers des neuen Wissens (also des Innovators im engeren Sinne). Dieser nimmt im Rahmen der Preisverhandlungen mit den E-Unternehmen eine monopolistische Stellung ein. Sie ist in seiner Rolle als Neuerer begründet, der die Verantwortung der richtigen Einschätzung vor allem des Marktrisikos der Invention am ausgeprägtesten trägt. Außerdem kommt ihm die wesentliche Bedeutung der Einleitung des Diffusionsprozesses und damit eine gewisse Führungsrolle zu. Sowohl die monopolistische Stellung des E-Unternehmens als auch die monopsonistische Position des A-Unternehmens können, wie weiter unten gezeigt wird, durchaus unterschiedliche "Stärkegrade" annehmen. Die im Extremfall gegebene Konfrontation eines Monopolisten mit einem Monopsonisten und die daraus resultierende Marktform des bilateralen Monopols stellen zweifellos eine Vereinfachung dar. Jedoch ist dieses Modell gut geeignet, die grundsätzlichen Beziehungen zwischen den beiden Unternehmenstypen zu analysieren und bietet zudem die Möglichkeit innerhalb des auftretenden Unbestimmtheitsbereichs verschiedene Einflußgrößen zu untersuchen, die zu unterschiedlichen Preisen führen können.

1) Wie stark die Monopolstellung ist, hängt naturgemäß von der Art der Invention ab. Weitreichendere Erfindungen vermitteln dem E-Unternehmen z. B. eine stärkere Monopolstellung als "naheliegende" Erfindungen. Auch bei Arrow findet sich der Gedanke, daß der Inhaber einer Information "is a monopolist, to some small extent and will seek to take advantage of this fact." K. Arrow (1962) S. 615.

Schließlich ist bei der Preisbildung für das Gut "Verwendung von neuem Wissen" ein dynamischer Aspekt zu berücksichtigen. Allgemein wird zwischen kurz- und langfristiger Preisbildung unterschieden, wobei erstere in der Literatur weit ausführlicher behandelt wird als letztere.¹⁾ Während bei der Unterscheidung in kurz- und langfristige Einflußgrößen auf die Preisbildung gewöhnlich jeweils produktionstheoretische und nachfragetheoretische Probleme im Vordergrund stehen, spricht Machlup immer dann von einer veränderten Situation, wenn sich die Nachfrage nach einem Gut eines Unternehmens (merklich) ändert.²⁾ Dieser Ansicht von Machlup sei hier gefolgt, denn bei dem Vertrieb der Güter eines E-Unternehmens spielen vor allem Nachfrageänderungen eine entscheidende Rolle. Sie finden ihren Niederschlag in der Preisbildung, wogegen produktionstechnische Einflußgrößen stark in den Hintergrund treten. Die Möglichkeit auf solche Änderungen in der Nachfragesituation zu reagieren, ist den E-Unternehmen ebenso wie den A-Unternehmen im Modell des bilateralen Monopols gegeben, so daß in diesem Zusammenhang Alderson's sogenanntes "power principle"³⁾ gewahrt bleibt, das davon ausgeht, gegenwärtige Entscheidungen mit Rücksicht darauf zu fällen, daß die Möglichkeit, bessere zukünftige Entscheidungen zu treffen, weiterhin bestehen bleibt.

1) Vgl. hierzu etwa R. B. Heflebower, Full Costs, Cost Changes and Prices. In: Business Concentration and Price Policy, NBER (ed.), Princeton, 1955, S. 361 ff.

2) Vgl. F. Machlup, Marginal Analysis and Empirical Research, AER, Vol. XXXVI, 1946, S. 524.

3) Vgl. W. Alderson, Marketing, Behavior and Executive Action, Homewood/III., 1957, S. 51 f.

II. Darstellung eines Preisbildungsmodells mit Hilfe spieltheoretischer Überlegungen

Besondere Probleme bei der Preisbildung für neues Wissen werden dadurch hervorgerufen, daß die Grenzkosten der Reproduktion gleich Null sind. Bedient man sich der traditionellen Preisbildungsmodelle, etwa der vollständigen Konkurrenz oder des Monopols, um die Höhe des Preises zu bestimmen, so ergeben sich Schwierigkeiten, da ein wesentliches Kriterium der Preisbestimmung, die Höhe der Grenzkosten, durch die spezifischen Eigenschaften der Produktion bzw. Reproduktion von neuem Wissen entfällt. Die Verwendung des Gewinnmaximierungskalküls, das die Gleichheit von Grenzkosten K' und Grenzerlös E' im Gewinnmaximum erfordert, führt im allgemeinen zu keinen ökonomisch sinnvollen Lösungen.¹⁾

Aus diesem Grunde ist für das Verhalten eines E-Unternehmens gegenüber einem A-Unternehmen ein Erklärungsmodell heranzuziehen, dessen mögliche Ergebnisse von der spezifischen Situation des E-Unternehmens, die sich aus $K' = 0$ ergibt, unabhängig sind. Es soll deshalb versucht werden, mit Hilfe spieltheoretischer Ansätze die Preisbildung für neues Wissen zu analysieren. Die A- und die E-Unternehmen sind dann als Spieler in verschiedenen Spielsituationen anzusehen. Diese Auffassung sei kurz erläutert. Die jeweilige Ausgangsposition der beiden Unternehmen läßt sich wie folgt beschreiben: Ein E-Unternehmen hat neues Wissen produziert und will dieses Wissen an ein A-Unternehmen verkaufen. Aus diesem Grunde bietet es dem A-Unternehmen sein Produkt in Form einer Verwendungserlaubnis zur Anwendung an. Das E-Unternehmen weist also vor dem Tauschprozeß als Anfangsausstattung die Verfügungsgewalt über die Anwendung einer bestimmten Invention auf. Diese Situation ist in Abb. 21 (S. 192) durch die

1) Eine Ausnahme wäre z. B. die Bestimmung des Preises mit Hilfe der Beziehung $E' = p(1 - 1/\epsilon) = 0$ in einem Angebotsmonopol; bei $\epsilon = 1$ gilt $p > 0$.

Indifferenzkurve I_{e_0} gekennzeichnet.¹⁾ Sie stellt ein Nutzenniveau des E-Unternehmens dar, bei dem die Herstellungskosten für die Invention gerade gedeckt sind. Die durch den Vektor e_0 gegebene Anfangsausstattung des Unternehmens kann man wie folgt beschreiben: Der Vektor e_0 stellt diejenige Anzahl von Produkteinheiten dar, die der Menge der potentiellen Anwendungsmöglichkeiten der Invention in der A-Industrie entspricht. Dabei wird zur Vereinfachung angenommen, daß zur Herstellung einer Produkteinheit des A-Unternehmens eine Produkteinheit des E-Unternehmens benötigt wird. Die Realisierung von Punkten innerhalb des schraffierten Bereichs I stellt für das E-Unternehmen keine Nutzenverbesserung gegenüber der Ausgangssituation dar, da der erzielte Gesamterlös geringer ist als die Gesamtkosten. Geht man davon aus, daß das E-Unternehmen danach trachtet, seinen Nutzen zu maximieren, so wird es eine Position "nord-östlich" von I_{e_0} zu realisieren versuchen.

Das an der Invention interessierte A-Unternehmen weist als Ausgangssituation eine, seinem Marktanteil entsprechende Menge an "Verwendungsmöglichkeiten" a_0 für die zur Diskussion stehende Invention auf. Das durch I_{a_0} verkörperte Nutzenniveau des Unternehmens kann folgendermaßen charakterisiert werden: I_{a_0} entspricht dem Nutzenniveau, das das Unternehmen durch Anwendung des vorhandenen Wissens (für das ebenfalls ein Preis zu zahlen ist) erreicht. Würde z. B. das E-Unternehmen versuchen, einen Punkt in dem schraffierten Bereich II zu realisieren, so wäre es für das

1) Es wird angenommen, daß die Präferenzstrukturen des A- und des E-Unternehmens durch zwei Scharen von mehrfach differenzierbaren, konvexen Indifferenzkurven beschrieben werden können, wobei die Nutzenfunktionen $U_A = U_1(x, y)$ und $U_E = U_2(x, y)$ zugrundeliegen mögen. Die Argumente x und y stellen die jeweilige in Besitz von A und E befindliche Menge der noch näher zu beschreibenden Güter dar.

A-Unternehmen vorteilhafter, das bisherige Wissen zu verwenden bzw. neues Wissen selbst zu produzieren. Der präferierte Bereich von A liegt demnach "süd-westlich" von I_{a_0} . Da beide Unternehmen nach Nutzenmaximierung streben, werden sie auf ein höheres Nutzenniveau zu gelangen versuchen, als es ihrer jeweiligen Ausgangssituation entspricht.

Die durch einen beliebigen Punkt innerhalb des durch die beiden Indifferenzkurven I_{e_0} und I_{a_0} begrenzten Möglichkeitsbereichs führende Preislinie mit dem Ausgangspunkt R, stellt den jeweiligen Preis von e gemessen in a dar. Die Bildung eines relativen Preises für e bringt es mit sich, daß die Nachfrage nach Endprodukten auf dem relevanten A-Markt indirekt über die Bewertung von a in den zu erzielenden Preis für eine bestimmte Invention mit eingeht.

Die folgende Analyse der Preisbildung für neues Wissen stützt sich im wesentlichen auf die Theorie der kooperativen Spiele, jedoch wird zum Vergleich auch ein Lösungsversuch mit Hilfe eines nichtkooperativen Spiels angedeutet. Der Rückgriff auf die Theorie der kooperativen Spiele hat einige wichtige Gründe, die kurz erläutert werden sollen.

Kommt eine Invention auf den Markt, so schließen zunächst das betreffende E-Unternehmen und ein A-Unternehmen einen Lizenzvertrag über den Verkauf und damit die Anwendung des neuen Wissens. In diese Interessengemeinschaft werden, je nach dem tatsächlichen und noch zu erwartenden Erfolg der Invention (dieser kommt durch den Zeitpunkt der Adoption und der Geschwindigkeit der nachfolgenden Diffusion zum Ausdruck), andere Unternehmen eines bestimmten Marktes teilhaben wollen. Ebenso ist es indes denkbar, daß in der Interessengemeinschaft zusammengeschlossene Unternehmen aus dieser durch Kündigung des Lizenzvertrags aus

noch näher zu beschreibenden Gründen ausscheiden. Man kann also bei dem Verkauf und der Anwendung einer Invention immer von zumindest zwei Gruppen sprechen: Einmal diejenige Gruppe von Unternehmen, die mit dem neuen Wissen arbeiten und zum anderen die Unternehmen, die dies nicht (oder noch nicht) tun.¹⁾ Die für die Beschreibung von kooperativen Spielen nötigen Elemente der Spieltheorie werden nun im Rahmen der Beschreibung der Preisbildung für neues Wissen in einem M_2 -Markt angeführt, da sich diese Marktform besonders gut dafür eignet. Anschließend werden die Verhältnisse auf einem M_1 -Markt und auf dem Gesamtmarkt für neues Wissen analysiert.

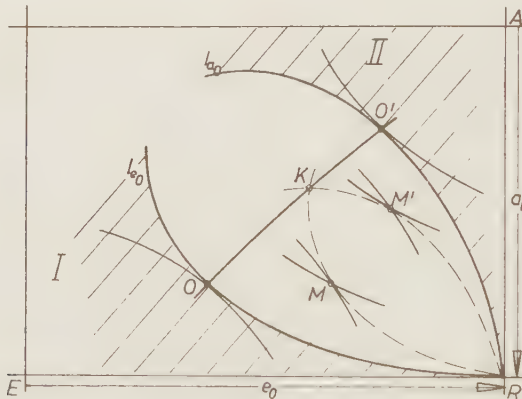
1. Preisbildung auf Märkten mit hohem Entlastungsgrad in der A-Industrie (M_2 -Markt)

Die Ausgangssituation hinsichtlich der Analyse der Preisbildung für das Gut "Verwendung von neuem Wissen" auf einem M_2 -Markt (bezogen auf die A-Industrie) stellt sich wie folgt dar: Ein E-Unternehmen bietet das neue Gut einer Gruppe von A-Unternehmen zum Verkauf an. Wie bereits bei der Beschreibung der Adoption und Diffusion erwähnt wurde, sollen auf einem M_2 -Markt starke, institutionalisierte Interdependenzen zwischen den einzelnen A-Unternehmen bestehen. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, sie zu einer als Einheit handelnden Gruppe mit gleichen Präferenzen zusammenzufassen. Dem E-Unternehmen tritt dann ein einziger Verhandlungspartner gegenüber, mit dem es zu einem Ergeb-

1) Die jeweilige Größe der beiden Gruppen hängt davon ab, wie weit der Diffusionsprozeß bereits fortgeschritten ist.

nis in Form einer bestimmten Preis/Mengen-Kombination für die Invention zu kommen hat.¹⁾ Es liegt also ein zweidimensionales Verhandlungsproblem vor,²⁾ das auf ein eindimensionales reduziert werden kann, wenn als Zielsetzung beider Unternehmen "Gewinnmaximierung"³⁾ angenommen wird. Die Kontraktkurve verläuft dann in einem Preis/Mengen-Koordinatensystem parallel zur Preisachse, so daß der Gesamtgewinn bei konstanter Austauschmenge gleich bleibt, jedoch seine Verteilung über unterschiedliche Preise variiert.⁴⁾ Für die folgende Analyse wird indes von einer beliebig verlaufenden Kontraktkurve⁵⁾ ausgegangen, um den allgemeineren Fall des zweidimensionalen Verhandlungsproblems darzustellen. In Abb. 21 symbolisiert OO' die relevante Kontraktkurve beider Verhandlungspartner.

Abb. 21:



- 1) Man kann sich analog der Vorgehensweise bei der Analyse der Adoption von neuem Wissen (vgl. S. 149) ein A-Unternehmen (oder eine Verhandlungsdelegation aller Gruppenmitglieder) vorstellen, das als Verhandlungsführer der Gruppe auftritt.
- 2) Vgl. dazu etwa W. Krelle, Preistheorie, Tübingen, 1961, S. 406.
- 3) Führt man an der Zielsetzung orientierte Präferenzindizes ein, so kann ebensogut von Nutzenmaximierung gesprochen werden.
- 4) Vgl. dazu E. Schneider, Einführung in die Wirtschaftstheorie, 12. Aufl., Tübingen, 1969, S. 369.
- 5) Das heißt eine nicht senkrecht verlaufende Kontraktkurve.

Die Anfangsausstattungen beider Unternehmen sind durch die Vektoren e_0 und a_0 gegeben. Das Ausgangsniveau R , in dem sich die beiden Indifferenzkurven I_{e_0} und I_{a_0} schneiden, wird entsprechend der weiter oben gegebenen Erläuterungen interpretiert. I_{e_0} ist das Nutzenniveau des E-Unternehmens, bei dem dessen Inventionskosten gerade gedeckt werden, während I_{a_0} einem Nutzenniveau des A-Unternehmens entspricht, das es mit Hilfe des bisher angewandten Wissens erreicht. Damit ist der relevante Bereich OO' der Kontraktkurve abgesteckt: Liegt der angestrebte Einigungspunkt außerhalb der von I_{a_0} und I_{e_0} eingeschlossene Fläche, so würde es für ein Unternehmen vorteilhafter sein, von einem Tausch (also dem Verkauf oder Kauf der Invention) abzusehen.¹⁾ Daraus geht bereits hervor, daß weder für das E-Unternehmen der Verkauf der Invention noch für das A-Unternehmen ihr Erwerb lebensnotwendig ist.²⁾ Die in bezug auf einen Einigungspunkt auf OO' relativ schlechtere Position ist jeweils Punkt O bzw. O' auf der entsprechenden Indifferenzkurve durch R , wo beide Unternehmen auf zusätzliche Gewinne aus der Transaktion verzichten und sich mit dem Status quo zufrieden geben.

Betrachten wir die Verhandlungen zwischen den beiden Unternehmen zunächst als ein nicht kooperatives $(1,1)_2$ -Spiel. Ex definitione haben in diesem Falle beide Unternehmen die Möglichkeit, den Preis und die Menge der zu tauschenden Güter zu beeinflus-

1) Im folgenden wird unter "Kontraktkurve" nur noch der Bereich OO' verstanden, soweit nichts Gegenteiliges erwähnt ist. Auf dem Ausschnitt OO' der Kontraktkurve liegt im bilateralen Monopol ein Zwei - Personen - Nullsummenspiel vor.

2) Wäre das Gut für einen der beiden Verhandlungspartner lebensnotwendig, so würde sich unter Einbeziehung des Zeitfaktors und der begrenzten Finanzmittel der Unternehmen ein eindeutiger Einigungspunkt auf der Kontraktkurve allein aus ökonomischen Motiven ableiten lassen. Vgl. dazu W. Krelle (1961) aaO. S. 422 ff und S.200 ff dieser Arbeit.

sen.¹⁾ Ein Punkt, der nicht auf OO' liegt (aber innerhalb von I_{a0}/I_{e0}), z. B. M' , stellt keine Gleichgewichtslösung dar. Der Grund liegt darin, daß in dieser Position das A-Unternehmen seine Lage verbessern (d. h. ein höheres Nutzenniveau erreichen) kann, ohne daß das E-Unternehmen Einbußen hinnehmen müßte. Da wir von äquivalenten potentiellen Verhandlungsstrategien beider Unternehmen ausgehen, wird sich das A-Unternehmen mit dem Einigungspunkt M' (in dem sich zwei Indifferenzkurven schneiden) nicht zufrieden geben. Es wird zu einem Anpassungsprozeß kommen, der tendenziell auf die Kontraktkurve OO' hinführt. Auf dieser Kurve widersprechen sich die Interessen beider Unternehmen völlig; E wird die Position O' , A dagegen die Position O anstreben. Sämtliche Punkte auf OO' sind prinzipiell als "Lösungen" des Spiels möglich, man kann also nur einen Lösungsbereich für die Preis/Mengen-Kombinationen von e und a angeben. Die "Wettbewerbslösung" K ist nur eine mögliche, keinesfalls eine zwingende Lösung. Da eine nicht kooperative Lösung (z. B. bei M' oder M) keine stabile Lösung im bilateralen Monopol darstellt und ein Anpassungsprozeß, bewußt oder unbewußt auf die Kontraktkurve OO' hin einsetzt, läßt sich der Schluß ableiten, daß in diesem Modell nur kooperative Verhaltensweisen sinnvoll erscheinen. Diese Behauptung sei anhand der Terminologie und der Aussagen kooperativer Spiele erläutert.²⁾

1) Dieser Sachverhalt wird durch den Index ausgedrückt.

2) Vgl. zu den folgenden Ausführungen vor allem L. S. Shapley und M. Shubik, Concepts and Theories of Pure Competition. In: Essays in Mathematical Economics. In Honor of O. Morgenstern, ed. by M. Shubik, Princeton, 1967, S. 63 ff; W. Krelle (1961) aaO. S. 626 f; E. Malinvaud, Leçons de théorie microéconomique, Paris, 1969, S. 128 ff und L. G. Telser, Competition, Collusion, and Game Theory, London, New York, 1972.

Wesentlich für ein Spiel ist dessen charakteristische Funktion $v(S)$. Sie gibt die maximale kollektive Zurechnung an, die eine Koalition¹⁾ erzielen kann, wenn nur Aktionen zwischen ihren Mitgliedern stattfinden, also die ungünstigsten Bedingungen für diese Koalition vorliegen. Bezeichnet man den "feindlich gesinnten" Rest der Spieler mit $-S$, so stellen S und $-S$ voneinander isolierte Koalitionen dar, die zusammen alle Spieler umfassen.²⁾ Die charakteristische Funktion $v(S)$ weist folgende Eigenschaften auf:

$$\begin{aligned} v(\emptyset) &= 0 \text{ und} \\ v(S \cup T) &\geq v(S) + v(T) \quad (\text{immer dann,} \\ &\quad \text{wenn } S \cap T = \emptyset) \end{aligned}$$

Diese beiden Eigenschaften besagen lediglich, daß die Null-Koalition (symbolisiert durch eine Nullmenge $\emptyset$) nichts erreichen kann und daß dann, wenn zwei Gruppen nur untereinander Handel treiben, eine Vereinigung beider Gruppen ein zumindest ebensogutes Ergebnis erreicht, wie bei getrenntem Handeln. Die charakteristische Funktion in dem hier zu beschreibenden Fall des bilateralen Monopols lautet:

$$\begin{aligned} v(\emptyset) &= 0 \\ v(E) &= v(A) = 0 \\ v(EA) &= \pi \end{aligned}$$

Im bilateralen Monopol ist die Kooperation beider Partner also nötig, um zu einem positiven Ergebnis (d.h. höheren Nutzenniveau

-
- 1) Unter Koalition wird eine Teilmenge S der Gesamtmenge N von n Spielern ($N = 1, 2, 3, \dots, n$); also $S \subset N$ verstanden.
 - 2) Die Aufstellung der charakteristischen Funktion gestattet es, auch kompliziertere Fälle von Nullsummen- oder Nicht-Nullsummen- n -Personenspielen auf Nullsummen- 2-Personenspiele zurückzuführen. Es spielt dann eine irgendwie gebildete Koalition gegen den "Rest" der Spieler. Vgl. dazu W. Krelle (1961) aaO. S. 626.

als im Ausgangsniveau)¹⁾ zu kommen. Die Gleichungen $v(E) = 0$ bzw. $v(A) = 0$ sind durch eine Normierung des Nutzenniveaus bei R (dieser Punkt entspricht der Ausgangssituation) auf $U_E(R) = 0$ und $U_A(R) = 0$ entstanden.²⁾ Der Wert π symbolisiert den Gesamtgewinn beider Unternehmen auf der Kontraktkurve. Der Gesamtgewinn, den eine Koalition erreicht, muß auf die einzelnen Mitglieder in einer bestimmten Art und Weise aufgeteilt werden. Dieser Vorgang, der Zurechnung genannt wird, ist für die Bildung von Koalitionen wesentlich, denn von der Zurechnung wird es abhängen, ob ein Spieler einer bestimmten Koalition beitrifft oder nicht. Unter einer Zurechnung g versteht man demnach eine Anzahl von n numerischen Werten (Auszahlungen) die die Gewinne der einzelnen Spieler aus dem kooperativen Spiel repräsentieren, also

$$g = (g_1, g_2, \dots, g_{n-1}, g_n)$$

wobei gilt: $g_i \geq v(i)$ ³⁾ und $\sum_{i=1}^n g_i = v(N)$. N sei als Koalition aller n Spieler definiert, so daß $v(N)$ den Wert darstellt, den eine allumfassende Koalition erreichen kann. Eine Zurechnung g dominiert eine andere Zurechnung h , wenn eine effektive Menge S ⁴⁾

1) Wenn beide Partner aus einem nicht pareto-optimalen einen pareto-optimalen Zustand anstreben, so spricht man von Gruppenrationalität der Verhandlungspartner. Vgl. hierzu L. G. Telser (1972) S. 14.

2) Vgl. dazu S. 189 dieser Arbeit.

3) Die Bedingung $g_i \geq v(i)$ drückt aus, daß kein Spieler in eine Auszahlung einwilligen würde, die ihn in eine schlechtere Position als bei isolierter Handlungsweise bringt.

4) Eine effektive Menge für eine Zurechnung ist dann gegeben, wenn $v(S) \geq \sum_{i \in S} g_i$; d. h. wenn jedem Spieler durch die Zurechnung mindestens ebenso viel zukommt wie er alleine erreichen könnte. Gilt $v(S) > \sum_{i \in S} g_i$, so ist die Menge strikt effektiv.

für g existiert, in der für alle Mitglieder von S gilt: $g_1 > h_1$. Symbolisch wird dieser Sachverhalt durch

$$g \Leftarrow h$$

ausgedrückt.¹⁾

Schließlich muß noch eine Lösung des Spiels definiert werden. Als Lösungskonzeptionen für ein Nullsummen- n -Personenspiel kommen diejenige von von Neumann und Morgenstern sowie diejenige von Shapley und Shubik in Betracht. Erstere lautet: Unter der Lösung eines n -Personenspiels ist die Menge V von Zurechnungen zu verstehen, in der keine Zurechnung eine andere dominiert und jede Zurechnung außerhalb von V von mindestens einer Zurechnung in V dominiert wird.²⁾ Die Definition einer Lösung von Shapley und Shubik kann wie folgt formuliert werden: Die Kernlösung eines n -Personenspiels ist die Menge von Zurechnungen, die (sofern sie existieren) nicht von anderen dominiert werden.³⁾⁴⁾

Nach diesen kurzen Erläuterungen zur Terminologie der Spieltheorie können wir zu den vorliegenden Fall des bilateralen Monopols zurückkehren und ihn weiter verfolgen. Die charakteristische Funktion wurde bereits weiter oben aufgestellt. Eine Koalition des E -Unternehmens mit sich selbst (E) blockiert jede Zurechnung, die dem E -Unternehmen einen niedrigeren Nutzen vermittelt als in der Ausgangssituation. In diesem Falle wäre es für das E -Un-

1) Diese Symbolik geht zurück auf J. v. Neumann/O. Morgenstern (1947) aaO. S. 520 ff. Es ist zu beachten, daß die Dominanzrelation keine transitive Beziehung ist; $g \Leftarrow f$ und $f \Leftarrow h$ impliziert nicht $g \Leftarrow h$.

2) Vgl. J. v. Neumann and O. Morgenstern (1947) aaO. S. 40 und 526.

3) Vgl. L. S. Shapley and M. Shubik (1967) aaO. S. 69. Eine ähnliche Definition gibt E. Malinvaud (1968) aaO. S. 130.

4) Der Zusammenhang zwischen den beiden Definitionen kann folgendermaßen umrissen werden: Es gibt höchstens eine Kernlösung, während viele Lösungen (im Sinne von von Neumann/Morgenstern) möglich sind. Jedoch enthalten alle Lösungen die Kernlösung, falls eine solche existiert.

ternehmen vorteilhafter, die Invention selbst anzuwenden (und sich damit zu einem E/A-Unternehmen zu entwickeln).¹⁾ Andererseits blockiert jede Koalition des A-Unternehmens mit sich selbst (A) jede Zurechnung, die es schlechter als in seiner Ausgangssituation stellen würde. Eine Koalition zwischen dem E- und dem A-Unternehmen (EA) blockiert indes jede Zurechnung, die kein Maximum für den Nutzen von E bei einem vorgegebenen Nutzen von A liefert und umgekehrt. Diese Überlegung führt zu der Feststellung, daß die Kontraktkurve OO' eine Lösung des Nullsummen-2-Personenspiels im Sinne von von Neumann und Morgenstern darstellt. Gleichzeitig ist sie jedoch auch die Kernlösung im oben beschriebenen Sinne. Könnte man nun sagen, die Lösung des Spiels ist in diesem Falle die Zurechnung (und damit eine bestimmte Koalition) die alle anderen Zurechnungen dominiert, so hätte man eine eindeutige Lösung der Verhandlungen im bilateralen Monopol gefunden. Diese Aussage läßt sich jedoch nicht machen, denn es dominiert beispielsweise die dem Punkt K entsprechende Zurechnung in keiner Weise diejenige in Punkt O' oder O, so daß auch hier die "Wettbewerbslösung" K nur zufällig wäre. Als Ergebnis des kooperativen Spiels läßt sich folgendes festhalten: Als Lösungen und damit als mögliche Preis/Mengen-Relationen kommen nur die Punkte auf der Kontraktkurve in Betracht. Eine endgültige Lösung in Form eines bestimmten Preises, verbunden mit einer bestimmten Austauschmenge, ergibt sich also auch dann nicht, wenn man die vorliegende Verhandlungssituation als kooperatives Spiel auffaßt und als Verhaltensmaxime der Unternehmen lediglich "Nutzenmaximierung" annimmt.

1) Ein E/A-Unternehmen im oben beschriebenen Sinne (vgl. S. 30) liegt also nur dann vor, wenn F&E und Anwendung ihrer Ergebnisse in einem Unternehmen erfolgen. Bei einer Koalition zwischen E- und A-Unternehmen, wie sie beispielsweise auf der Kontraktkurve OO' auftritt, liegt kein E/A-Unternehmen, sondern lediglich eine "Als-ob-Koalition" vor, die sich im Abschluß eines Lizenzvertrages zwischen beiden Unternehmen äußert. Die Skala der Anwendung des neuen Wissens wird in diesem Falle (Koalition (EA)) wesentlich umfassender sein, als bei einer Koalition des E-Unternehmens mit sich selbst (wobei zu beachten ist, daß $v(E) = v(E/A) \neq v(EA)$).

Insofern erhält man keine zusätzliche Aussage gegenüber dem nicht kooperativen Spiel. Eindeutig hingegen läßt sich die Kontraktkurve als einzig möglicher Bereich der potentiellen Lösungen mit Hilfe der Theorie des kooperativen Spiels ableiten. Im Falle der Realisierung eines Tauschpunktes auf der Kontraktkurve liegt "Gruppenrationalität" oder "Pareto-Optimalität"¹⁾ vor, denn es gilt z. B. in K:

$$g_1 + g_2 = v(EA) = v(N)$$

(g_1 = Auszahlung des E; g_2 = Auszahlung des A)

Der Wert für $v(EA)$ stellt das Maximum dieses Spiels dar.

Da sich bisher lediglich Lösungen in Form des Kerns OO' angeben lassen, wird nun versucht, durch die Prüfung der Interessenlage beider am Tausch beteiligten Unternehmen zusätzliche Kriterien zu finden, die weitergehende Aussagen in bezug auf die Preisbildung für neues Wissen auf einem M_2 -Markt zulassen.

Man kann zu diesem Zwecke folgende Ausgangssituation wählen: Das E-Unternehmen versucht, Punkt O' zu realisieren. Dies würde bedeuten, daß das Unternehmen bestrebt ist, für das angebotene neue Wissen einen so hohen Preis zu erhalten, der es dem A-Unternehmen nicht gestattet, aus der Anwendung der Invention einen Vorteil in Form eines höheren Nutzenniveaus zu ziehen. Es gilt:

$$g \geq v(E) = p_1; h = 0 = v(A) \text{ und } v(EA) \geq g$$

(wobei g die Zurechnung für E und h diejenige für A bedeuten)

Der Wert p_1 stelle den relativen Preis dar, der sich aus dem Wert der Steigung e_1/a_1 der Preislinie RO' ergibt, also $e_1/a_1 = p_1$. Wenn $h = 0$, so ist die Situation nicht eindeutig. Entweder kommt ein Austausch der Güter bei einem so hohen Preis zustande, der A nach dem Tausch nicht besser stellt als zuvor oder A weigert

1) Vgl. hierzu etwa L. G. Telser (1972) aaO. S. 14.

sich, an einem Tausch teilzunehmen, da auch $v(A) = 0$, was seiner Ausgangsposition entspricht. Welche Motive können das A-Unternehmen trotz dieser relativ ungünstigen Situation dazu bewegen, in einen Handel einzuwilligen?

Als Ausgangspunkt für die Beantwortung dieser Frage diene die Annahme, daß das von dem A-Unternehmen angewandte Wissen relativ arbeitsintensiv sei. Man kann weiterhin annehmen, in der betrachteten Volkswirtschaft treten Produktivitätsfortschritte auf, die die Grundlage von Lohnerhöhungen sein können, deren Höhe sich nach der durchschnittlichen Produktivitätssteigerung richtet. Um die zur Produktion benötigten Arbeitskräfte zu halten, müssen die in der Gruppe zusammengefaßten A-Unternehmen ebenfalls die Löhne im oben beschriebenen Ausmaß erhöhen. Kann die hierzu nötige Produktivitätssteigerung nicht durch eine unternehmensinterne Verbesserung des angewandten Wissens erreicht werden, so ergibt sich in mittelfristiger Sicht für die Unternehmen die Notwendigkeit, neues, relativ weniger arbeitsintensives Wissen zu erwerben. Damit wird das neue Wissen für das (bzw. die) A-Unternehmen zum lebensnotwendigen Gut, um im Markt überleben zu können. In diesem Falle ist es für das A-Unternehmen ökonomisch gesehen am besten, den "Ausbeutungspreis" des E-Unternehmens im Zeitpunkt des Angebots sofort zu akzeptieren, da es dann seine, den beschriebenen Umständen entsprechend günstigste Gewinnsituation realisieren kann. In jedem Zeitpunkt nach dem ersten Angebot des neuen Wissens durch das E-Unternehmen, bei dem es zu einem Handel zwischen den Vertragspartnern kommt, tritt für das A-Unternehmen ein Verlust auf. Er ist dann am größten, wenn die finanziellen Mittel des A-Unternehmens erschöpft sind und es zum Abschluß gezwungen ist. Der Preis für das neue Wissen orientiert sich in diesem Falle an den Kosten des A-Unternehmens im Zusammenhang mit dem angewandten Wissen. Eine unmittelbare

Änderung der Stückkosten bei dem A-Unternehmen erfolgt nicht (dies gilt auch für alle anderen Mitglieder der Gruppe, da für sie der Preis für die Invention derselbe ist). Allerdings muß bei Realisierung des relativ hohen Preises für die Invention folgendes beachtet werden: Der Preis p_1 für das neue Wissen liegt beträchtlich über den Herstellungskosten. Das E-Unternehmen nützt seine Monopolstellung voll aus. Dies wird dazu führen, daß sich die A-Unternehmen bemühen werden, neues Wissen selbst herzustellen und untereinander eine Koalition bilden, deren Zurechnung diejenige aus der Koalition mit dem E-Unternehmen dominiert. Es ist also vom Standpunkt des E-Unternehmens nicht nur von Vorteil, den Preis p_1 zu realisieren, denn dadurch werden die Anstrengungen des (oder der) A-Unternehmen in die Richtung eigener F&E gelenkt.

Der andere Extremfall, bei dem der Preis p_2 in O durch das A-Unternehmen angestrebt und erreicht wird, ist ebenfalls denkbar. Die oben genannten Zurechnungen für den Ausbeutungspunkt O' gelten in analoger Anwendung. Auch in dieser Situation können für das E-Unternehmen Gründe vorliegen, die einen Handel mit dem A-Unternehmen relativ vorteilhaft erscheinen lassen. Es ist durchaus möglich, daß die hypothetische Koalition des E-Unternehmens mit sich selbst (und damit die Bildung eines E/A-Unternehmens) mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Handelt es sich bei den E-Unternehmen um ein relativ kleines Unternehmen, so kann die eigene Anwendung des neuen Wissens Kosten verursachen, die die finanziellen und technischen Möglichkeiten übersteigen. Als Beispiel seien die Kosten der Nachfrageproduktion

für ein neues Gut genannt.¹⁾ In diesem Falle wäre der Verkauf des neuen Wissens für das E-Unternehmen lebensnotwendig und die Realisierung des Preises p_2 die vergleichsweise günstigste Position.

Bisher wurden lediglich die beiden Extremfälle RO und RO' behandelt, die beide ein hohes Maß an Information über die Lage des jeweiligen Verhandlungspartners voraussetzen, um dessen Schwächen konsequent auszunützen. Im allgemeineren Fall, in dem der Tausch für beide Spieler nicht lebensnotwendig ist, was in der Regel angenommen werden kann, läßt sich keine eindeutige Lösung angeben. Es sind wiederum alle "Lösungen" auf der Kontraktkurve OO' denkbar, unter anderem auch die Wettbewerbslösung K.

Es soll nun noch geprüft werden, ob sich durch die Einbeziehung potentieller Konkurrenten für das A-Unternehmen weitere Aussagen machen lassen.²⁾ Zu diesem Zwecke beschränken wir uns auf die Kontraktkurve OO', "Eigenkoalitionen" der Unternehmen seien also ausgeschlossen. Durch die Einbeziehung eines potentiellen Konkurrenten wird das Modell des bilateralen Monopols verlassen. Bei dem nun zu behandelnden Spiel handelt es sich um ein $(n, n)_2$ -Spiel.³⁾

-
- 1) Es wird argumentiert, daß es für relativ kleine Unternehmen zwar technisch und finanziell möglich sei, bedeutende Erfindungen hervorzubringen, die Anwendung jedoch an den hohen "Verwertungskosten" (z. B. Marketing-Kosten) scheitere (vgl. hierzu etwa L. Jüttner-Kramny (1970) aaO. S. 88 f.). Bei der Trennung zwischen E- und A-Unternehmen wird dieses Argument jedoch zum großen Teil entkräftet.
 - 2) Die potentielle Konkurrenz für das E-Unternehmen in Form einer äquivalenten oder überlegenen Invention durch ein anderes E-Unternehmen wird nicht explizit berücksichtigt, denn diese Invention ist (noch) nicht verfügbar. Implizit kann sie einbezogen werden, indem sie die produktbezogene Monopolstellung des E-Unternehmens beeinflusst.
 - 3) Genauer ausgedrückt liegt ein $(1, n)$ -Spiel vor, d. h. es existieren ein E-Unternehmen und n A-Unternehmen (hier $n = 2$), die alle den auszuhandelnden Preis beeinflussen können.

Es existieren drei Spieler, das E-Unternehmen E, das etablierte A-Unternehmen A_e und dessen potentieller Konkurrent A_p , der mit Hilfe der Invention in den M_2 -Markt eindringen will. Der M_2 -Markt bietet eine bestimmte Anzahl von Verwendungsmöglichkeiten a_0 für das neue Wissen. Der Gewinn, den E durch eine Koalition mit A_e erreichen kann, betrage π , also $v(E, A_e) = \pi$, wobei

$\pi = p_1 a_0$. Der Preis p_1 liegt, da der Handel für beide Spieler nicht lebensnotwendig ist, zwischen p_1 und p_2 ($p_1 \leq p_i \leq p_2$). Zu dem Einigungspunkt auf der Kontraktkurve gehört eine bestimmte Zuordnung g.

Es sei nun weiter angenommen, daß sich der M_2 -Markt in einer Phase der Nachfrageexpansion befinde. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil in einer derartigen Situation mit einer wesentlich höheren Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potentiellen Konkurrenten gerechnet werden kann als bei stagnierender oder rückläufiger Nachfrageentwicklung.¹⁾ In einer Nachfrageexpansion wird es für A_e dann interessant, das angewandte Wissen durch das angebotene neue Wissen zu substituieren, wenn die totalen Stückkosten unter Verwendung des letzteren unter denen bei Anwendung des ersteren liegen.²⁾³⁾ Daraus folgt, daß der realisierte Preis

1) Vgl. hierzu S. 144 f dieser Arbeit.

2) Bei rückläufiger Nachfrage wird A_e das "alte" Wissen nur dann durch das neue Wissen substituieren, wenn die totalen Stückkosten in Verbindung mit dem neuen Wissen geringer sind als die variablen Stückkosten mit Hilfe des angewandten Wissens. Brozen nennt in diesem Zusammenhang ein Beispiel aus dem Fernmeldebereich. Während in den USA in Gebieten mit stagnierender Nachfrage nach den Dienstleistungen dieses Bereichs die Handvermittlung beibehalten wurde, verwendete man in expandierenden Gebieten die neue, automatische Vermittlung. Vgl. Y. Brozen, Invention, Innovation, and Imitation, AER, P&P, Vol. IXL, 1951, S. 246 f.

3) Vgl. zu den Kriterien für die Substitution von "alten" Wissen durch neues Wissen auch M. Neumann (1968) aaO. S. 109 ff.

p_{Ae} kleiner als p_2 sein muß.¹⁾

Der potentielle Konkurrent auf dem M_2 -Markt wird nach dem Eindringen in den betreffenden Markt einen Marktanteil von a_1 aufweisen, wobei gilt $a_1/a_0 < 1$. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, daß die totalen Stückkosten von A_p wegen der relativ höheren variablen Stückkosten über denen von A_e liegen. Der entsprechende Preis für die Invention,²⁾ den A_p dem E-Unternehmen bieten kann, wird deshalb aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber A_e niedriger als p_{Ae} sein. Eine Koalition ($E A_p$) ist deshalb für E nicht attraktiv, weil π geringer ist als bei ($E A_e$).³⁾ A_p müßte also zumindest denselben Preis wie A_e zahlen, um an das neue Wissen zu gelangen. Existiert nun eine Koalition ($E A_e$) bei einem Preis, der geringer ist als p_{Ae} , so würde A_e bei einem Angebot von A_p an E in Höhe von p_{Ap} , bereit sein, p_{Ae} zu bezahlen, um A_p aus der Koalition und damit aus dem M_2 -Markt herauszuhalten. Dies hat zur Folge, daß die realisierbaren Preise p_r für das neue Wissen durch das Vorhandensein eines potentiellen Konkurrenten auf den Bereich

$$p_{Ae} \leq p_r \leq p_2$$

begrenzt werden. Die Bedrohung des M_2 -Marktes durch potentielle Konkurrenten des A-Unternehmens stärkt demnach die Position von E. Es wird zu einer umfassenden Koalition ($E A_p$) kommen, für die $v(E A_p) = \pi$ gilt. Bei dem tatsächlich realisierten Preis in dem oben genannten Bereich und der damit verbunde-

-
- 1) Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich in der oben beschriebenen Situation (bei $p_{Ae} = p_2$) um eine Extremsituation handelt.
 - 2) Genauer gesagt: Der Preis für eine Einheit der "Verwendungserlaubnis von neuem Wissen" (vgl. dazu S. 188 dieser Arbeit).
 - 3) Es würde in diesem Falle die der Koalition ($E A_p$) entsprechende Zurechnung durch eine auf OO' liegende Zurechnung dominiert werden, so daß keine Lösung im oben definierten Sinne zustande gekommen wäre.

nen Zurechnung geht es vor allem darum, auf welcher Basis sich A_e und A_p einigen. Das E-Unternehmen wird durch die Existenz einer potentiellen Konkurrenz in jedem Falle besser gestellt als bei ihrem Fehlen.

Die weiteren Koalitionsmöglichkeiten seien noch kurz erwähnt. Eine Koalition $(A_e A_p)$ ist irrelevant, da einmal nur E über das neue Wissen verfügt und zum anderen A_e nicht daran interessiert ist, A_p zu einem Markteintritt zu verhelfen. Die Koalition (EA_p) stellt eine Bedrohung von A_e dar, jedoch wird das E-Unternehmen an einem Ausschluß von A_e kein Interesse haben, da der Gesamtgewinn geringer ist als bei $(EA_e A_p)$, deren Zurechnung diejenige von (EA_p) dominiert.

Zusammenfassend sei hinsichtlich der Preisbildung für das Gut "neues Wissen" auf einem M_2 -Markt folgendes festgehalten: Kommt es zum Abschluß eines Lizenzvertrages zwischen den Verhandlungspartnern, so wird irgendein Punkt auf der Kontraktkurve mit einer zu diesem Einigungspunkt gehörenden Zurechnung realisiert. Die Bestimmung einer eindeutigen Lösung (z. B. einer Zurechnung, die alle anderen dominiert) anhand der Zielsetzung "Nutzenmaximierung", ist nicht möglich. Die Wettbewerbssituation K ist nur eine Lösung unter vielen und rein zufällig. Durch zusätzliche Annahmen (z. B. wenn das Zustandekommen einer Einigung für einen der beiden Partner lebensnotwendig ist) können aus ökonomischen Überlegungen heraus eindeutige Lösungen gefunden werden. Bezieht man einen dritten Spieler in Gestalt eines potentiellen Konkurrenten für das (oder die) A-Unternehmen mit in das Spiel ein (was eine Erhöhung der Wettbewerbsintensität $R = r_a + r_p$ entspricht),¹⁾ so kann der Bereich auf der Kontraktkurve OO' , in dem sich die Preise bilden, eingeschränkt werden. Dies ist auch eine Folge der

1) Vgl. hierzu S. 129 dieser Arbeit.

stärkeren Verhandlungsposition des E-Unternehmens gegenüber den etablierten und potentiellen A-Unternehmen, sobald diese untereinander konkurrieren.

Es ist jedoch auch denkbar, daß durch die Existenz eines (oder von mehreren) potentiellen Konkurrenten auf dem beschriebenen Markt der Anwendungsindustrie, die Monopollösung M' zustandekommt. Da M' nicht auf der Kontraktkurve OO' liegt, ist in diesem Falle die Beschränkung auf den Lösungsbereich OO' nicht mehr zulässig.

Die dann auftretenden Probleme sind Gegenstand der Erläuterungen zur Preisbildung auf einem Markt mit geringem Entlastungsgrad.

2. Preisbildung auf Märkten mit geringem Entlastungsgrad in der A-Industrie (M_1 -Markt)

Im Gegensatz zu einem M_2 -Markt, bei dem aufgrund der beschriebenen Zusammenhänge der realisierte Preis im wesentlichen auf Verhandlungen zwischen einem E- und einem A-Unternehmen (z. B. dem Verhandlungsführer der Gruppe) zurückgeführt werden kann, ist diese Vorgehensweise auf einem M_1 -Markt nicht möglich. Er zeichnet sich, wie weiter oben bereits ausführlich erwähnt wurde,¹⁾ durch eine hohe Wettbewerbsintensität und starke Interdependenzen zwischen den einzelnen A-Unternehmen auf. Hält man sich die Einstufung der A-Unternehmen in verschiedene Übernehmerkategorien vor Augen,²⁾ so ist für die Preisbildung vor allem die Beziehung zwischen dem, die Invention anbietenden E-Unternehmen und dem Innovator (im engeren Sinne) von Interesse. Dies ist besonders deshalb der Fall, da dem Preis, der zwischen diesen beiden Unternehmen ausgehandelt wird, eine "Signalwirkung" für die Verhandlungen mit anderen Interessenten des A-Marktes zukommt. Es werden daher zunächst die Verhandlungen zwischen dem E-Unternehmen und dem Innovator untersucht, wobei teilweise auf Determinanten zurückgegriffen wird, die die Adoptionswahrscheinlichkeit einer Invention auf einem M_1 -Markt bestimmen.³⁾ Die Ausgangsposition stellt sich in diesem Falle ähnlich dar wie im vergangenen Abschnitt. Solche Preise, die Tauschpunkten außerhalb des Möglichkeitsbe-

1) Vgl. S.129f dieser Arbeit.

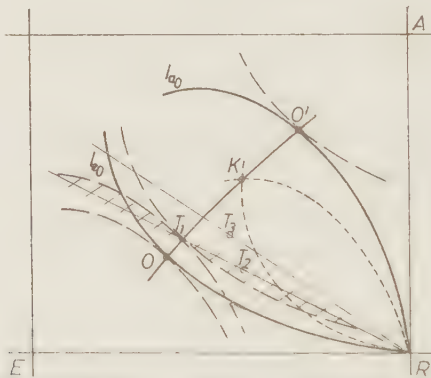
2) Vgl. S. 165 dieser Arbeit.

3) Diese Aussage ist in Anbetracht der weiter oben zitierten Ergebnisse über die technische Führung bestimmter Unternehmen auf bestimmten Märkten wie folgt zu interpretieren: Da das E-Unternehmen a priori nur sehr ungenaue Vorstellungen über den (oder die) Innovator(en) auf dem A-Markt hat, wird es alle potentielle Übernehmer ansprechen. Im Rahmen der folgenden Verhandlungen wird sich positivem Verlauf ein (oder mehrere) Unternehmen als potentielle(r) Innovator(en) herauskristallisieren.

reichs zwischen den Indifferenzkurven I_{e_0} und I_{a_0} entsprechen, kommen für jeweils eines der beiden Unternehmen nicht in Betracht.¹⁾ Der mögliche Preis für das neue Wissen liegt also in dem Bereich zwischen OO' .²⁾

Außerdem kann davon ausgegangen werden, daß sich ein Einigungspunkt auf der Kontraktkurve OO' ergibt, solange nur zwei Unternehmen an dem Tauschprozeß teilhaben, da andere Tauschpunkte (und die dazugehörigen Zurechnungen) von Punkten auf OO' dominiert werden. Ungeklärt bleibt indes die Frage, auf welchen Punkten der Kontraktkurve sich die beiden Unternehmen einigen werden. Um der Beantwortung dieser Frage und damit einem Bezugspunkt für die weitere Analyse der Preisbildung auf einem M_1 -Markt näher zu kommen, wird die Interessenslage beider Unternehmen geprüft und ein zusätzlicher Punkt K eingeführt, der im Schnittpunkt der beiden Reaktionslinien des beteiligten E- und des A-Unternehmens liegt.

Abb.: 22:



- 1) Die Indifferenzkurve I_{a_0} stellt nun die Ausgangsposition aller A-Unternehmen dar, da wir von einer Gleichgewichtssituation vor der Einführung des neuen Wissens ausgehen. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß die A-Unternehmen in einem bestimmten Markt (annähernd) dieselben Kostenstrukturen aufweisen.
- 2) Das heißt der Preis für das neue Wissen muß auch hier größer als Null aber geringer als der für das angewandte Wissen sein (oder im Extremfall O' diesem entsprechen).

Das E-Unternehmen ist an einer frühzeitigen Adoption und Diffusion des neuen Wissens interessiert. Es wird deshalb mit seinem Produkt an alle potentiellen Übernehmer des relevanten A-Marktes herantreten. Die Verhandlungsposition des E-Unternehmens hängt dabei vor allem von zwei Einflußfaktoren ab: Von der Stärke seiner Monopolstellung in bezug auf das Produkt¹⁾ und der Wettbewerbsintensität auf dem A-Markt.

Im Falle einer weitreichenden I_1 -Invention ist die Monopolstellung des E-Unternehmens im Zeitpunkt der Offerte relativ stark ausgeprägt. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt in der gegenüber einer I_2 -Invention geringeren Wahrscheinlichkeit einer Substitutions-erfindung durch ein anderes E-Unternehmen. Dieser Sachverhalt ergibt sich einmal aus der "größeren Reichweite" der I_1 - gegenüber der I_2 -Invention und zum anderen aus den Feststellungen bezüglich der Projektauswahl, aus denen sich ableiten läßt, daß bei Annahme von Risikoaversion im Verhalten der E-Unternehmen, die Anzahl von F&E Projekten, die auf I_1 -Inventionen ausgerichtet sind, relativ geringer ist als diejenigen, die auf I_2 -Inventionen abzielen.²⁾ Je ausgeprägter die produktbezogene Monopolstellung des E-Unternehmens ist, desto stärker ist seine Verhandlungsposition gegenüber den A-Unternehmen und umgekehrt.

Es kann für das E-Unternehmen durchaus von Vorteil sein, eine starke Monopolstellung bei den Verhandlungen mit dem Innovator nicht voll auszuspielen. Die Überlegung, die eine Reduzierung des Preises für das E-Unternehmen vorteilhaft erscheinen läßt, ist

1) Es wird also zwischen dem Monopol hinsichtlich einer bestimmten Invention und demjenigen in bezug auf die Marktform unterschieden.

2) Wobei sich Unterschiede in den Anteilen der jeweiligen Projekte am gesamten F&E Budget in Abhängigkeit von der Wettbewerbsintensität in der ein E-Unternehmen agiert, ergeben (vgl. Abschnitt A dieser Arbeit).

folgende: Der Innovator übernimmt durch den Erwerb der Invention eine Führungsrolle innerhalb der Gruppe der A-Unternehmen für die diese Invention relevant ist. Dadurch hat der Erwerb und die Anwendung der Invention eine wichtige Kommunikationswirkung, die die übrigen A-Unternehmen in einen "Zugzwang" bringt.¹⁾ Stellt das E-Unternehmen diese Überlegung an, so wird zwar sein Gewinn aus dem Abschluß mit dem Innovator in bezug auf den maximalen Preis relativ geringer (während der des Innovators relativ steigt) jedoch kann dies aus den gerade genannten Gründen im Sinne einer langfristigen Gewinnmaximierung und einer möglichst frühen Einleitung des Diffusionsprozesses für das betrachtete E-Unternehmen Vorteile bringen. Die Wettbewerbsintensität auf dem A-Markt als der zweite Faktor, wird im Rahmen der Darstellung der Interessenlage eines A-Unternehmens erfaßt.

Bei der Analyse des Adoptionsprozesses ergab sich für die I_1 -Invention ein relativ hoher Wert für das Risiko, das das A-Unternehmen beim Ersterwerb der Invention eingeht.²⁾ Je höher das Unternehmen das Risiko einschätzt, desto größer muß der entsprechende Gewinn sein, um das angenommene Risiko zu kompensieren.³⁾ In Verbindung mit seiner Rolle als "Wegbereiter" für die Invention kann es in diesem Falle dem A-Unternehmen gelingen, den Preis für die Invention soweit zu drücken, das das E-Unternehmen auf die Kurve I_{e0} zurückgedrängt wird. Das ist ihm

1) Auf diese Wirkung des Preises weist Oxenfeldt hin: "A second intervening goal for price-setters is generally overlooked in traditional economic theory. Price can be used as a communication device. A skilled business executive will set price in a manner that will persuade potential customers - and others - and inform many participants in the market process in a manner that might increase sales, raise price, or reduce costs." A. R. Oxenfeldt, The Underlying Rationality of Business Pricing Decisions. In: Prices: Issues in Theory, Practice, and Public Policy (1967) aaO. S. 216.

2) Vgl. dazu S. 126 dieser Arbeit.

3) Es wird damit implizit Risikoaversion des A-Unternehmens unterstellt.

dann gelungen, wenn Punkt O erreicht wird. In O fällt der gesamte Gewinn dem A-Unternehmen zu. Diese Möglichkeit ist für ein A-Unternehmen in einem Markt mit geringem Entlastungsgrad jedoch gering zu veranschlagen. Der Grund dafür liegt in der Unsicherheit jedes A-Unternehmens hinsichtlich des Verhaltens der Konkurrenten, da es damit rechnen muß, daß das E-Unternehmen die Invention allen Interessenten angeboten hat. Ein bestimmtes A-Unternehmen kann es sich deshalb nicht leisten, den Punkt O anzustreben, ohne befürchten zu müssen, daß es durch die Übernahme der Invention seitens eines anderen A-Unternehmen in einen relativen Rückstand gerät und dann unter dem Zwang zu reagieren, gegebenenfalls einen höheren Preis für die Invention entrichten muß als der Innovator.

Auch die andere Extremsituation nämlich das Erreichen des Punktes O' dem "Ausbeutungspunkt" des E-Unternehmens, ist nur unter besonderen Bedingungen denkbar. In diesem Falle kommt der Gesamtgewinn dem E-Unternehmen zu.

Um O' zu erreichen, müßte das E-Unternehmen nicht nur im Zeitpunkt des erstmaligen Angebotes seiner Invention Monopolist sein, sondern unabhängig davon zusätzlich in einem bestimmten Forschungsgebiet ein Monopol besitzen. Mit der Möglichkeit von Substitutionserfindungen hätte das E-Unternehmen dann nicht unmittelbar zu rechnen. Zu dieser Bedingung ist eine weitere hinzuzufügen: Wenn sich das A-Unternehmen auf der I_{a0} -Kurve bewegt impliziert dies das Verhalten eines "risk-lovers", ¹⁾ denn der Erhöhung des Risikos gegenüber der Ausgangssituation würde keine (unmittelbare) positive Veränderung der Erträge gegenüberstehen. ²⁾

1) Dieser Fall würde der in Abb. 1(b) (S.49) dargestellten Nutzenfunktion entsprechen und ein atypisches Verhalten des A-Unternehmens darstellen (vgl. S.46).

2) Vgl. hierzu auch die Ausführungen von S. 200 f.

Die Wahrscheinlichkeit, daß diese Bedingungen zusammentreffen, ist relativ gering einzuschätzen.

Als Ergebnis hinsichtlich der Höhe des "Basispreises" einer I_1 -Invention, der zwischen dem E-Unternehmen und dem Innovator gilt, ist folgendes anzuführen: Der Preis pro Einheit des von einem E-Unternehmen angebotenen Produktes kann zwischen O und O' liegen. Es wird umso geringer sein, je schwächer die Monopolstellung des E-Unternehmens ist (ausgedrückt durch die Substitutionswahrscheinlichkeit für die angebotene Invention) und je höher die Risikoaversion des A-Unternehmens sowie die Unsicherheit über das Adoptionsverhalten der Konkurrenten sind. Analoges gilt im umgekehrten Falle.

Für die weitere Analyse der Preisbildung wird von einer relativ hohen Risikoaversion des potentiellen Innovators A_1 und einer ausgeprägten Monopolstellung des E-Unternehmens in bezug auf die zur Diskussion stehende Invention ausgegangen. Diese Monopolstellung soll jedoch von dem E-Unternehmen nicht unmittelbar voll ausgenutzt werden und ein Tauschpunkt T_1 zustande kommen, der zwischen O und K liegt (vgl. Abb. 22).

In der durch T_1 beschriebenen Situation (mit dem entsprechenden Preis p_1) besteht für andere A-Unternehmen, die von der Anwendung des neuen Wissens ausgeschlossen sind, ein Anreiz und wegen der durch die Koalition (EA_1) bedrohten Interessen auch ein Zwang, in diese Koalition einzutreten. Es werden deshalb die möglichen Konsequenzen für die Höhe des Preises durch den potentiellen Eintritt eines weiteren A-Unternehmens A_2 in die Koalition untersucht. Es sei zunächst angenommen, das A_2 -Unternehmen biete denselben Preis, den A_1 bei den Verhandlungen mit E erreichte, also p_1 . E wird an der Teilnahme von A_2 unter dieser Voraussetzung bereit sein, denn

$$v(EA_1) < v(EA_1A_2).$$

Der realisierte Tauschpunkt wäre in diesem Falle T_2 auf der Preislinie RT_1 , wobei T_2 im bevorzugten Bereich von E liegt.¹⁾ Die Situation von A_1 würde sich in T_2 insofern verschlechtern, als ein zusätzliches A-Unternehmen sich des neuen Wissens bedient und damit als gleichwertiger Konkurrent auf dem betreffenden A-Markt auftritt. Trotz dieser relativen Verschlechterung seiner Situation wird A_1 nicht aus der Koalition austreten, da es dann wieder auf sein Ausgangsniveau zurückfallen würde, das niedriger ist als das Niveau in T_2 . Die Zurechnung in T_2 dominiert also jene in T_1 .

Punkt T_2 wird indes dann nicht realisiert, wenn E seine Monopolstellung auszunützen versucht, die es bei A_1 mit Rücksicht auf eine möglichst frühzeitige Einleitung des Diffusionsprozesses zurückgestellt hat. E kann eine noch günstigere Situation als in T_2 erreichen, wenn es z. B. Punkt T_3 anstrebt. Die Realisierung von T_3 bringt für A_2 einen höheren Preis mit sich. Erreicht A_2 trotz des relativ höheren Preises p_2 ein höheres Nutzenniveau als in seiner Ausgangsposition, so wird es in die Koalition eintreten, d. h. mit E einen Lizenzvertrag abschließen. Die totalen Stückkosten bei Verwendung des "alten" Wissens müssen für A_2 in T_3 also noch immer größer sein als die totalen Stückkosten bei Verwendung des neuen Wissens.

Tritt in T_3 Unternehmen A_2 in die bestehende Koalition ein, so wird A_1 nichts dagegen einwenden.²⁾ Dies ist auf den niedrigeren Basispreis zurückzuführen, den A_1 bezahlte. Er gestattet es A_1 aus der ersten Verwendung des neuen Wissens einen Differentialgewinn zu erzielen, der aus der Differenz $p_2 - p_1$ resultiert. Dieser Zusatz-

1) Durch die Lizenzvergabe an A_2 erfaßt E mit seinem Produkt einen größeren Teil des A-Marktes, so daß sein Umsatz und damit sein Ertrag größer ist als in T_1 .

2) Ein Austritt aus der Koalition wäre für A_1 von Nachteil, da es dann auf sein Ausgangsniveau zurückfallen würde.

gewinn kann als Risikoprämie für die innovatorische Tätigkeit von A_1 interpretiert werden.

Die Durchsetzung von T_3 seitens des E-Unternehmens wird umso eher gelingen, je geringer der Entlastungsgrad der von der Anwendung des neuen Wissens ausgeschlossenen A-Unternehmen ist. Da die Diffusionsgeschwindigkeit einer Invention wesentlich von der Wettbewerbsintensität abhängt¹⁾ und der Diffusionsprozeß durch die Anwendung des neuen Wissens durch A_1 eingeleitet ist, kommen die übrigen A-Unternehmen in einen "Zugzwang" hinsichtlich der Anwendung der Invention.

Verfolgt man diese Entwicklung weiter, so wird das E-Unternehmen unter Ausnützung seiner Marktstellung Lizenzverträge mit den jeweils ausgeschlossenen und an der Anwendung der Invention interessierten A-Unternehmen neue, höhere Preise aushandeln, die durchaus über den in K gültigen Preis hinausgehen können. Je nach der Zugehörigkeit eines Unternehmens zu einer bestimmten Übernehmerkategorie wird die "standard-score"²⁾ und der zu zahlende Preis verschieden hoch sein. Damit stellt sich erneut die Frage nach einer Obergrenze des Preises für die angebotene Invention. Um sie zu beantworten, ist zunächst eine zusätzliche Erläuterung hinsichtlich des zeitlichen Ablaufs des Diffusionsprozesses nötig.

Neben dem Ausschluß von A-Unternehmen, die das neue Wissen noch nicht erworben haben, muß dem E-Unternehmen auch die Möglichkeit gegeben sein, solche Unternehmen von dem weiteren Gebrauch einer Invention auszuschließen, die bereits einen Lizenzvertrag abgeschlossen haben. Dies ist nötig, um die Diskrepanz zwischen den Zeitpunkten t_0 (= Innovationszeitpunkt) und t_1 (= Über-

1) Vgl. hierzu S.174 ff dieser Arbeit.

2) Vgl. hierzu S.165 dieser Arbeit.

nahmezeitpunkt durch A_1) nicht so groß werden zu lassen, daß für die noch ausgeschlossenen A-Unternehmen aus ökonomischen Gründen kein Anreiz mehr besteht, die Invention zu erwerben.¹⁾ Die einzige Möglichkeit hierfür bieten zeitlich befristete Lizenzverträge mit den einzelnen A-Unternehmen mit jeweils gleicher Zeitdauer. Hat nun z. B. A_1 einen zeitlich begrenzten Lizenzvertrag (mit dem Preis p_1), so wird es bei dessen Auslaufen zur Erneuerung den in diesem Zeitpunkt (gemäß obiger Entwicklung) höheren Preis p_t bezahlen müssen. An einer Erneuerung des Vertrages wird A_1 im Extremfall solange interessiert sein, als die Produktionskosten mit Hilfe des neuen Wissens geringer sind als diejenigen mit Hilfe des "alten" Wissens. Es kann unter diesen Bedingungen die Situation eintreten, daß das neue Wissen durch das "alte" Wissen substituiert wird. Der beschriebene Extremfall wird dann nicht erreicht, wenn man eine Form der potentiellen Konkurrenz für das E-Unternehmen mit in die Betrachtung einbezieht, die darin besteht, daß das betreffende A-Unternehmen, dessen Lizenzvertrag ausgelaufen ist, eine Koalition mit sich selbst schließt und neues Wissen selbst produziert.²⁾ Unabhängig davon, wie hoch der "Endpreis" für die Invention ist, wird durch die zeitliche Begrenzung der Lizenzverträge erreicht, daß die Differentialgewinne der Innovatoren (im weiteren Sinne)

1) Dies ist dann der Fall, wenn z. B. zwei A-Unternehmen das-selbe (neue) Wissen zu völlig verschiedenen Preisen anwenden. Der Diffusionsprozeß auf einem M_1 -Markt, in dessen Verlauf alle potentiellen Übernehmer das neue Wissen erwerben, würde nicht zu einem neuen Gleichgewicht führen, in dem wieder kosten-mäßig äquivalente Produktionsstrukturen herrschen.

2) Vgl. hierzu S.197f dieser Arbeit.

und der frühen Übernehmer¹⁾ ebenso zeitlich begrenzt werden.²⁾ Dadurch wird die oben erwähnte Risikoprämie sukzessive abgebaut. Im Zeitpunkt des Abschlusses des Diffusionsprozesses sind die Kosten für alle A-Unternehmen des M_1 -Marktes dieselben und im Extremfall ebenso hoch wie zu Beginn als das "alte" Wissen verwendet wurde.

In einem Vergleich mit der Preisbildung auf einem M_2 -Markt werden nun die Aussagen hinsichtlich möglicher Lösungen auf beiden Märkten gegenüber gestellt, wobei zu beachten ist, daß in beiden Fällen jeweils das neue Wissen nur von einem E-Unternehmen angeboten wird, dessen produktbezogene Monopolstellung je nach der Art der Invention stärker oder schwächer sein kann. Während auf einem M_2 -Markt die Kontraktkurve als Lösung des Spiels angesehen werden konnte, ist dies durch das Auftreten von mehreren oder vielen Übernehmern auf einem M_1 -Markt nicht mehr möglich. Die Auszahlungen, die den Tauschpunkten auf der Kontraktkurve entsprechen, werden von solchen, die nicht auf ihr liegen, dominiert. Die Preise für neues Wissen sind in beiden Fällen größer als Null. Ihre Obergrenze ist bei einem M_1 -Markt höher anzusetzen als bei einem M_2 -Markt. Diese Aussage kann wie folgt begründet werden: Die potentielle Konkurrenz für das E-Unternehmen auf einem M_1 -Markt ist erst dann relevant, wenn ein A-Unternehmen durch eine Koalition mit sich selbst neues Wissen billiger

1) Vgl. hierzu S. 165 dieser Arbeit.

2) Dabei wird von etwaigen Vorteilen dieser Unternehmen gegenüber den Nachzüglern in Form eines besseren "know-how" durch die längere Anwendung des neuen Wissens abgesehen. Dieses Vorgehen scheint zulässig, da auch das E-Unternehmen zusätzliches "know-how" sammelt, das es dem jeweiligen Übernehmer mit verkauft. Auch von hierher ist also ein höherer Preis für die Invention gerechtfertigt. Streng genommen ist deshalb die in t_i verkaufte Invention ein anderes Gut als die in t_0 durch das E-Unternehmen veräußerte Invention.

produzieren kann als das E-Unternehmen. Auf einem M_2 -Markt ist dagegen eine Koalition der Gruppenmitglieder und damit die Zusammenfassung mehrerer F&E Aktivitäten für einen relativ großen Markt möglich. Dadurch können in einem M_2 -Markt gegebenenfalls economies of scale in einem weit größeren Maße realisiert werden als durch ein A-Unternehmen auf einem M_1 -Markt. Dort sind infolge der beschriebenen Wettbewerbssituation Koalitionen zwischen den einzelnen A-Unternehmen zur Produktion gemeinsamer F&E Ergebnisse ex definitione nicht möglich. Exakte Angaben über die möglichen Preise für neues Wissen können auf beiden Märkten nicht gemacht werden.

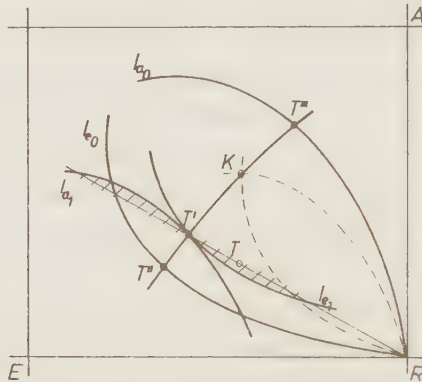
Im nächsten Abschnitt wird deshalb versucht, durch die Hinzuziehung von weiteren E-Unternehmen, die neues Wissen produzieren und anbieten sowie weiteren A-Unternehmen über Aussagen, wie sie bisher möglich waren, hinauszukommen. Damit wird die Betrachtungsweise von einzelnen Teilmärkten auf den Gesamtmarkt für neues Wissen erweitert.

3. Preisbildung auf dem Gesamtmarkt für neues Wissen

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Preisbildungsmodellen sollen nun m E-Unternehmen (wobei $1 < m < \infty$) und k A-Unternehmen ($1 < k < \infty$) existieren. Die von den E-Unternehmen produzierten Inventionen werden zu dem Gut "neues Wissen" zusammengefaßt, während die A-Unternehmen als potentielle Anwender die Verfügungsgewalt über das Gut "Anwendungsmöglichkeiten für neues Wissen" besitzen. In Abb. 23 wird angenommen, daß ein Austausch von Gütern zwischen den beiden Klassen von Unternehmen stattfindet und Koalitionen der Form (E_1) nicht zustandekommen. Die Klasse 1 (E-Unternehmen) habe ihren Ursprung in E, die Klasse 2 (A-Unternehmen) in A. Zur Illustration der Vorgänge die-

ne ein Modell mit jeweils zwei Mitgliedern in jeder Klasse ($m=2$; $k=2$). Es komme durch den Abschluß von Lizenzverträgen ein Punkt T' auf der Kontraktkurve zustande, bei einem Preis für das neue Wissen, der geringer ist als der in K , der Wettbewerbslösung im Schnittpunkt der Reaktionskurven beider Klassen.

Abb.23:



In T' hat sich eine Koalition C_1 aus m Spielern der Klasse 1 und k Spielern der Klasse 2 mit dem Wert z gebildet; also $v(E_1 A_1) = z$ ($i = 1, 2$). In T' gilt:¹⁾

$$(1) \quad ke_{1h} + me_{2h} = ka_{1h} + ma_{2h}$$

(e_{ih} = Endausstattungen; a_{ih} = Anfangsausstattungen; $h = 1, 2$)

Gleichung (1) besagt, daß die Endausstattungen nicht größer sein können als die Anfangsausstattungen der Unternehmen (in R gilt: $a_{11} = e_{11}$). Die beiden Begriffe "Anfangs- und Endausstattungen" werden analog obiger Definition verwendet: Die E-Unternehmen haben einen Bestand an neuem Wissen, der den A-Unternehmen angeboten wird, während die A-Unternehmen entsprechend der

1) Vgl. zu den folgenden Ausführungen E. Malinvaud (1969) aaO. S. 147 ff und L. S. Shapley and M. Shubik (1967) aaO. S. 92 f.

Größe der A-Märkte über ein bestimmtes Anwendungspotential für das neue Wissen verfügen. Nach dem Tausch (d.h. den Abschlüssen von Lizenzverträgen) sind die A-Unternehmen berechtigt, neues Wissen auf der Grundlage von zeitlich begrenzten Lizenzvereinbarungen anzuwenden und die E-Unternehmen haben eine bestimmte Anzahl von Verwendungsmöglichkeiten für ihr Gut erworben. In T' gilt außerdem:

$$(2) \quad e_{1h} + e_{2h} = a_{1h} + a_{2h}$$

Gleichung (2) ist deshalb erfüllt, da alle Spieler am Tausch teilnehmen und auf der Abzisse ER der Summe aus e_{11} und e_{21} entspricht. Eliminiert man a_{2h} aus (2), so ergibt sich:

$$a_{2h} = (e'_{1h} + e'_{2h}) - a_{1h}$$

Setzt man den Wert für a_{2h} in (1) ein, so erhält man

$$(3) \quad ke_{1h} = (k-m)a_{1h} + me'_{1h} + m(e'_{2h} - e_{2h})$$

Gleichung (3) stellt eine Umformung bzw. Erweiterung von Gleichung (1) dar, die für den Punkt T' aufgestellt wurde, in dem alle vier Unternehmen an dem Tausch beteiligt sind. Man kann sich die Situation in T' vereinfacht wie folgt vorstellen: Es existieren zwei E- und zwei A-Unternehmen. Das neue Wissen, das durch die E-Unternehmen angeboten wird, sei grundsätzlich für beide A-Unternehmen anwendbar. Es unterscheidet sich aber dadurch, daß z.B. A_2 bei der Anwendung der Invention E_1 größere Kosten hätte als bei der Anwendung der Invention E_2 . Der Preis für beide Inventionen sei derselbe. Nun ist es für ein E-Unternehmen z.B. E_1 möglich, die Zustimmung des A_2 dadurch zu gewinnen, daß es ihm Seitenzahlungen in Form von Zuschüssen für die Umstellung auf sein eigenes neues Wissen zukommen läßt. A_1 (das durchaus einem anderen A-Markt angehören kann als A_2) wird dann durch die Anwendung der Invention von E_1 nicht schlech-

ter gestellt als in T' . E_1 hat in Punkt T , der in seinem bevorzugten Bereich liegt insofern einen Vorteil gegenüber T' , als es E_2 aus dem Markt in dessen Ausgangsposition gedrängt und das Potential an Anwendungsmöglichkeiten von A_2 hinzugewonnen hat.¹⁾ Es stellt sich nun die Frage, ob T gegenüber T' vorgezogen wird und damit, ob Punkt T zustandekommen kann.

Bezeichnet man die Menge der Imputationen in T' mit (x'_i, y'_i) , wobei $x'_1 = x'_1, x'_2$ und $y'_1 = y'_1, y'_2$, so kann sich eine effektive Koalition (S) in T bilden, deren zugehörige Auszahlungen (x_i, y_i) diejenigen in T' dominieren. In T gilt:

$$v(S) > \sum_{i \in S} (x'_i, y'_i) ; \quad (S) = (E_1 A_1)$$

Aus der genannten Ungleichung ergibt sich, daß die Koalition (S) strikt effektiv ist, wodurch die Voraussetzung für $(x_i, y_i) \in (x'_i, y'_i)$ gegeben ist.

Kommt es zu den oben genannten Seitenzahlungen und werden dadurch die Mitglieder der zweiten Klasse so gestellt wie in T' , so wird Gleichung (3) zu

$$(4) \quad e_{1h} = (1-\alpha)a_{1h} + e'_{1h} \quad (\alpha = \frac{m}{k})$$

Aus (4) lassen sich die Koordinaten der einzelnen Tauschpunkte bei verschiedenen α errechnen (z. B. in T' : $\alpha = 1$; in R : $\alpha = 0$)

Die beschriebene Bewegung von T' nach T macht deutlich, daß die Punkte auf der Kontraktkurve im allgemeinen keine von Neumann/Morgenstern Lösung darstellen, da eine der beiden Bedingungen für ihr Vorliegen nicht erfüllt ist.²⁾ Wegen $(x_i, y_i) \in (x'_i, y'_i)$ wird sich bei der genannten $(2, 2)_2$ -Konstellation kein Punkt auf der Kon-

1) Da die Reproduktionskosten von neuem Wissen mit 0 angesetzt werden können (vgl. S.184), wirkt sich die Ausweitung des Umsatzes für E_1 unmittelbar in einem erhöhten Gewinn aus, wobei jedoch die Höhe der Seitenzahlungen zu beachten ist.

2) Vgl. S.197 dieser Arbeit. Im $(1, 1)_0$ -Spiel waren dagegen beide Bedingungen für das Vorliegen einer derartigen Lösung erfüllt (vgl. S.198).

traktkurve herausbilden, sondern z. B. die Koalition $(E_1 A_1 A_2)$ in T, sofern sie im bevorzugten Bereich eines der beiden E-Unternehmen liegt; in diesem Falle ist $\alpha = 1/2$.¹⁾

Die Kernlösung K wird durch eine von der Anzahl der Spieler (= Marktteilnehmer) abhängigen Menge von Ungleichungen bestimmt,²⁾ die allgemein wie folgt formuliert werden können:³⁾

$$(a) \quad \sum_{i \in S} (x_i + y_j) \geq v(S); \quad S \subset N$$

$$(b) \quad \sum_{i \in N} (x_i + y_j) \geq v(N)$$

$(x_i, i = 1, \dots, m = \text{Imputationen für } E_i; y_j, j = 1, \dots, k = \text{Imputationen für } A_j)$

Eine auf diese Weise bestimmte Kernlösung wird in Anlehnung an das weiter oben erwähnte Beispiel eines $(2, 2)_2$ -Spiels dann erreicht, wenn die Anzahl der Marktteilnehmer und damit die Zahl der möglichen Koalitionen sehr groß wird.⁴⁾ Punkt K in Abb. 23 stellt demnach eine Lösung des Spiels dar, deren zugehörige Imputation von keiner anderen dominiert wird.⁵⁾ Da sich im Schnitt-

1) Es ist durchaus auch eine effektive Koalition $(E_2 A_1 A_2)$ denkbar. Die im Text beschriebenen Überlegungen zu $(E_1 A_1 A_2)$ gelten dann analog für $(E_2 A_1 A_2)$.

2) So ist die Zahl möglicher Koalitionen in einem $(2, 2)$ -Spiel auf $2^{m+k} - 1 = 15$ ($m = 2; k = 2$) beschränkt, wobei die "leere" Koalition (0) unberücksichtigt bleibt. Damit bestimmen 15 Ungleichungen die Imputationen in der Kernlösung. Vgl. hierzu L. G. Telser (1972) aaO. S. 16.

3) Vgl. derselbe, ebenda, S. 19.

4) Um zu einer Kernlösung im oben definierten Sinne zu gelangen, muß nicht $m, k \rightarrow \infty$ gelten. Es genügt, wenn die beiden Werte sehr groß werden, da die Zahl der möglichen Koalitionen exponentiell wächst (vgl. Fußnote 2).

5) Den allgemeinen Beweis für das Limit Theorem erbrachten G. Debreu and H. Scarf, A Limit Theorem on the Core of an Economy, IER, Vol. IV, Nr. 3, 1963, S. 235 ff besonders 245 f.

punkt der Reaktionskurven beider Klassen die jeweiligen Indifferenzkurven berühren, werden durch die Preislinie RK keine bevorzugten Segmente bzw. Bereiche gebildet. Sie schrumpfen bei einer Bewegung der Tauschpunkte in Richtung auf K auf den Wert Null zusammen. Die so gefundene Kernlösung soll im folgenden ausführlich charakterisiert werden, da sie eine Grundlage der weiteren Ausführungen bildet.

Die Kernlösung mit dem "Gleichgewichtspreis" $(a/e)^* = p^*$ ist insofern stabil, als bei Abweichungen von K (unabhängig davon ob diese auf der Kontraktkurve liegen oder nicht) immer von mindestens einem Marktteilnehmer bevorzugte Bereiche bestehen, die durch die Neubildung und Auflösung von Koalitionen angestrebt und erreicht werden können.

Wenn z. B. $p > p^*$, so kann ein A-Unternehmen versuchen, durch Kündigung des Lizenzvertrags und durch das Eingehen einer neuen Verbindung mit einem (oder mehreren) anderen E-Unternehmen relativ teureres neues Wissen durch relativ billigeres zu substituieren. Ist dagegen $p < p^*$, so wird es durch eine Einschränkung des Angebots von neuem Wissen zu einer Preiserhöhung in Richtung p^* kommen. Die Einschränkung erfolgt deshalb, weil es für bestimmte E-Unternehmen (deren Gemeinkosten etwa durch zu viele Fehlversuche höher sind als bei anderen E-Unternehmen) ökonomisch sinnvoller wird, zu einem E/A-Unternehmen zu werden.¹⁾

Die in K bestehende allumfassende Koalition mit dem ihr entsprechenden Preis p^* wird von keiner anderen Koalition blockiert. Dies impliziert, daß in K neues Wissen innerhalb einer Volkswirtschaft zu den geringsten Kosten produziert und verteilt wird. Da, wie be-

1) Diese Gedanken werden weiter unten noch einmal ausführlicher aufgegriffen (vgl. S.197f).

reits erwähnt, in K die Preislinie RK Tangente an die sich berührenden Indifferenzkurven beider Unternehmenstypen (E und A) ist, gilt

$$U'_E = U'_A = (a/e)^* = p^*.$$

Langfristig entspricht dieser Preis in Höhe der Grenznutzen der am Tausch beteiligten A- und E-Unternehmen, den Kosten der Produktion von neuem Wissen. Die E-Unternehmen sind dann in der Lage, die direkten Kosten, d.h. die fixen Kosten der in K angebotenen Inventionen sowie die Gemeinkosten zu decken. In den Gemeinkosten sind auch diejenigen Kosten enthalten, die durch fehlgeschlagene Projekte im Rahmen des Produktionsprozesses anfallen. Da die Anzahl der Fehlschläge teilweise als das Ausmaß an Risiko interpretiert werden kann, das bei der Produktion von neuem Wissen in den Entscheidungskalkül mit einbezogen werden muß, ist in p^* auch eine Art "Risikoprämie" enthalten.¹⁾ Zu diesem Preis wird ein E-Unternehmen bereit sein, sein neu entwickeltes Wissen an alle interessierten Abnehmer zu veräußern.²⁾ Dies wäre nicht mehr der Fall, wenn z. B. Punkt T'' unterschritten wird. Das E-Unternehmen würde sich bei dem dann geltenden Preis für neues Wissen gemäß der oben angeführten Überlegung wieder zu einem E/A-Unternehmen "zurückentwickeln".

-
- 1) Arbeitet ein E-Unternehmen in der Weise ineffizient, als das Ausmaß der Fehlschläge das durch den erzielbaren Preis p^* vorgegebene Limit überschreitet, so muß es langfristig die Produktion einstellen.
 - 2) Auf eine weitere Möglichkeit zur Erzielung von Einkommen aus einer Invention durch den Verkäufer weist Hirshleifer hin. Da der Verkäufer ex definitione als erster in Besitz des neuen Wissens ist, kann er aus den voraussichtlichen komplementären Effekten der Invention auf anderen als den primären Anwendungsgebieten (z. B. können durch die Invention Preisanpassungen auf Substitutions- oder Komplementärmärkten ausgelöst werden) zusätzlichen Nutzen ziehen. Vgl. J. Hirshleifer, The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity, AER, Vol. LXI, 1971, S. 569 ff.

Aus der Sicht eines A-Unternehmens ist p^* ein Preis, bei dem es selbst nicht in der Lage ist, neues Wissen billiger zu produzieren. Steigt der Preis in Richtung T''' , so wird es für das A-Unternehmen lohnender, neues Wissen wieder selbst zu produzieren, sofern die komparativen Vorteile der ausgegliederten F&E Produktion in E-Unternehmen überkompensiert werden können. Daraus folgt, daß nur dann eine vollständige Trennung von E- und A-Industrie vorliegt, wenn Punkt K (mit p^*) erreicht ist. Bei Abweichungen von K besteht ein Mischsystem verschiedener Unternehmenstypen. Bei Überschreiten der Punkte T'' und T''' existieren nur noch E/A-Unternehmen.

Diese Feststellungen führen zu weiteren Fragen: Einmal ist zu klären, wovon die Anpassungsgeschwindigkeit von einem beliebigen Punkt des "Möglichkeitsbereichs" aus, hin zu Punkt K abhängig ist und zum anderen, ob die beschriebene Lösung als realistisch angesehen werden kann.

Es ist davon auszugehen, daß die Bewegung in Richtung auf K von einem beliebigen Punkt aus (dessen Zustandekommen von dem jeweiligen Markt - und Machtpositionen der auf dem Markt für neues Wissen tätigen Unternehmen abhängig ist) umso schneller erfolgt, je geringer der Entlastungsgrad (je höher also die Wettbewerbsintensität) in einer Volkswirtschaft ist. Dies kann in Anlehnung an die Ausführungen über die Diffusion von neuem Wissen dadurch erklärt werden, daß in diesem Falle jedes einzelne Unternehmen gezwungen ist, auf die Veränderungen der Marktdaten (das "Auf-tauchen" von neuem Wissen stellt eine solche Veränderung dar) unmittelbar zu reagieren und zu versuchen, sich durch bestimmte Handlungen an die Entwicklung anzupassen. Wird neues Wissen angeboten, so hat z. B. ein A-Unternehmen die Möglichkeit, dieses zu erwerben oder äquivalentes bzw. überlegenes Wissen selbst zu produzieren. Reagiert das Unternehmen nicht, so ist (zumindest

langfristig) sein Überleben im Markt gefährdet. Das A-Unternehmen wird die erste Alternative wählen, wenn der Bezugspreis für neues Wissen geringer ist als die (voraussichtlichen) Kosten der Eigenproduktion und Alternative zwei wählen, wenn das Umgekehrte gilt.

Was die Realitätsbezogenheit von K betrifft, so ist folgendes zu bemerken: K wird in der Wirklichkeit nur tendenziell angestrebt, jedoch nicht erreicht werden. Die Gründe hierfür sind:

- 1) Mangelnde Markttransparenz auf beiden Seiten (sowohl in der E- als auch in A-Industrie).
- 2) Die technischen und organisatorischen Probleme der Trennung von E- und A-Unternehmen können in den einzelnen Bereichen einer Volkswirtschaft völlig verschiedenartig gelagert sein.
- 3) Wettbewerbspolitische Probleme können einer Trennung zwischen F&E und deren Anwendung entgegenstehen, obwohl sie, nur von der Kostenseite her betrachtet, durchaus sinnvoll sein kann.¹⁾

Wesentlich in bezug auf die Realitätsnähe eines derartigen Modells sind auch die Möglichkeiten der Bildung von Koalitionen und der Gewährung von Seitenzahlungen in der Praxis.

Vergleicht man die Möglichkeiten zur Bildung von Koalitionen im Modell der Trennung zwischen E- und A-Industrie mit denjenigen im herkömmlichen System (worunter eine weitgehende Produktion und Anwendung von neuem Wissen in Mischunternehmen und damit praktisch das Fehlen eines Marktes für dieses Gut verstanden wird), so wird das Wesen der hier vorgetragenen Konzeption besonders deutlich: Im herkömmlichen System der Vereinigung von Produktion und Anwendung neuen Wissens in Mischunternehmen bleiben

1) So ist es denkbar, daß ein Unternehmen deshalb neues Wissen produziert und anwendet, da es sich von einer Geheimhaltung größere Wettbewerbsvorteile verspricht, als von einer allgemeinen Kenntnis und Anwendung dieses Wissens. Dieser Fall dürfte vor allem bei zahlreichen Produktinnovationen eintreten.

die Kommunikationsbemühungen mit dem Ziel des Austausches von Inventionen gering.¹⁾ Die Möglichkeiten neues Wissen auf der Basis von Lizenzverträgen zu erwerben, sind beschränkt, da diese Art der Verwendung von neuem Wissen im allgemeinen nicht im Interesse der E/A-Unternehmen liegt. Gerade die Bildung von Koalitionen in Form des Abschlusses von Lizenzverträgen, die einen funktionsfähigen Markt für neues Wissen zur Voraussetzung hat, ist jedoch entscheidend für das Erreichen von K, einer Situation, in der neues Wissen zu den niedrigsten Kosten angeboten wird und die Diffusion am ausgeprägtesten ist.

Eine wichtige Rolle für die Funktionsfähigkeit eines Marktes für neues Wissen spielt das Patentsystem,²⁾ denn nur durch die Gewährung von Patenten an den Inventor wird es diesem ermöglicht, solche Unternehmen von der Verwendung des neuen Wissens (und damit aus der Koalition) auszuschließen, die nicht bereit sind, einen bestimmten Marktpreis für das neue Gut zu bezahlen.

Es wurde weiter oben festgestellt, daß die Bildung und Umbildung von Koalitionen entscheidend davon abhängt, ob Seitenzahlungen möglich sind. Sowohl aus der Sicht des E- als auch eines A-Unternehmens können derartige Zahlungen z. B. über die Höhe der Ausgaben für Lizenzen geregelt werden.

Ist das Problem der Seitenzahlungen gelöst, so sind die verschiedenartigsten Koalitionen denkbar, wobei unter einer Koalition, um dies noch einmal zu wiederholen, eine Teilmenge aus der Gesamt-

1) Kommunikationen kommen im allgemeinen nur zwischen relativ großen E/A-Unternehmen zustande und zwar auf der Basis des Lizenztausches (cross-licencing). Der Umfang dieser Transaktion ist nur schwer zu erfassen. Mit Bestimmtheit kann dagegen gesagt werden, daß sie sich nahezu ausschließlich zwischen Großunternehmen abspielen, kleinere und mittlere Unternehmen sind daran kaum beteiligt.

2) Vgl. hierzu S.238 ff dieser Arbeit.

menge der Marktteilnehmer, die untereinander Handel betreiben, verstanden wird. Die Bindeglieder zwischen den einzelnen Mitgliedern stellen die abzuschließenden Lizenzverträge dar, die zeitlich begrenzt sein müssen. Ein abgelaufener Lizenzvertrag wird nur dann erneuert, wenn zwei Voraussetzungen erfüllt sind:

- 1) Das A-Unternehmen, dessen Lizenz abläuft, ist an einer Erneuerung interessiert.
- 2) Das A-Unternehmen akzeptiert die im Zeitpunkt der Erneuerung geltenden Bedingungen (vor allem den dann geltenden Preis, der von dem bei Abschluß des vorangegangenen Lizenzvertrages gültigen Preis abweichen kann).

Neben mögliche Koalitionen der Art $(E_i A_j)$ treten vor allem Koalitionsformen, in denen sich mehrere A-Unternehmen (A_j) zusammen tun und Gemeinschaftsforschung betreiben (durch die Gründung eines "eigenen" E-Unternehmens), deren Ergebnisse allen Beteiligten zur Verfügung stehen. Auch die hierzu nötigen vertraglichen Bindungen sind auf Zeit zu schließen. Sie werden nach ihrem Ablauf von einem bestimmten A-Unternehmen erneuert, wenn

- 1) das A-Unternehmen an weiteren Produkten aus der Gemeinschaftsforschung interessiert ist¹⁾ und
- 2) das so produzierte Wissen billiger ist, als das "von außen", also von E-Unternehmen angebotene neue Wissen.

Schließlich sind als wesentliche Formen der Koalitionsbildung die "Eigenkoalitionen" von E- oder A-Unternehmen zu nennen. Nur in diesem Falle sprechen wir von E/A-Unternehmen. Für alle diese Koalitionsbildungen muß die Möglichkeit freier Wahlhandlungen der einzelnen Unternehmen in einer kompetitiven Umgebung gegeben sein.

1) Damit wird die Frage angesprochen, ob durch das Produktionsergebnis des aus der Gemeinschaftsforschung resultierenden E-Unternehmens die jeweilige spezifische Nachfrage des genannten A-Unternehmens befriedigt werden kann oder ob dies "externen" E-Unternehmen in einem größeren Ausmaß gelingt.

Bei der Betrachtung der Gleichgewichtssituation K stellen sich zwei weitere Probleme, deren Analyse im folgenden Abschnitt vorgenommen wird: Zum einen ist zu erörtern, wie die Situation hinsichtlich der Zuteilung der einer Volkswirtschaft zur Verfügung stehenden Ressourcen an Arbeit und Kapital in den F&E Bereich zu beurteilen ist und zum anderen, welche Art von F&E und damit welche Ergebnisse in dieser Situation zu erwarten sind.

III. Die Zuteilung von Ressourcen in den F&E Bereich im Wettbewerbsgleichgewicht

Als Ergebnis der Ausführungen des vorangegangenen Abschnitts ließ sich die Folgerung ziehen, daß sich im Falle der Existenz eines funktionsfähigen Marktes für neues Wissen langfristig eine Gleichgewichtssituation bildet. Es ist nun zu prüfen, welche Aussagen über die Verteilung der volkswirtschaftlichen Produktionsfaktoren auf die verschiedenen Verwendungsgebiete¹⁾ in dieser Gleichgewichtssituation bzw. außerhalb davon möglich sind. Eine optimale Verteilung ist dann erreicht, wenn das jeweilige Grenzerlösprodukt der verschiedenen Produktionsfaktoren in allen Verwendungsbereichen dasselbe ist. Die genannte Aussage impliziert für die Unternehmen die Zielsetzung "Gewinnmaximierung"²⁾. Nimmt man zunächst an, die einzelnen Aktivitäten in den Verwendungsbereichen seien mit demselben Risiko behaftet, so muß, wie bereits erwähnt, bei gleichem durchschnittlichen Risikoverhalten der Entscheidungsträger, das Grenzerlösprodukt im Gleichgewicht in beiden Verwendungsbereichen gleich hoch sein. Wäre dies nicht der Fall, würde unter der Voraussetzung vollkommener Mobilität der Produktionsfaktoren ein Anpassungsprozeß in Richtung desjenigen Bereichs stattfinden, der eine höhere Rendite bie-

1) Als "Verwendungsgebiete" stehen in diesem Zusammenhang nur der Einsatz von Ressourcen in der Produktion von neuem Wissen und in der Anwendung von bekanntem Wissen zur Diskussion.

2) Die Gewinnmaximierungshypothese soll in diesem Zusammenhang auch die modifizierte Form unter Einbeziehung des Risikos umfassen (vgl. hierzu S.41ff dieser Arbeit).

tet.¹⁾ Dadurch sinkt die Rendite in diesem Bereich, so daß sich

-
- 1) Einen interessanten Versuch, die Grenzproduktivitäten für F&E Ausgaben zu berechnen, unternahm Mansfield. Grundlage seiner Untersuchung ist eine modifizierte Cobb-Douglas Produktionsfunktion, die sowohl von organisatorischem als auch von kapitalgebundenem technischen Fortschritt ausgeht. Mansfield gelangt zu bemerkenswert hohen Grenzproduktivitäten: In der petrochemischen Industrie hatte demnach im Jahre 1960 eine zusätzliche Investition in F&E eine durchschnittliche Grenzproduktivität von 40 - 60 %, unabhängig davon, ob der technische Fortschritt organisatorischer Art oder kapitalgebunden war. In der chemischen Industrie lauteten die entsprechenden Werte 7 % (organisatorisch) und 30 % (kapitalgebunden). Vgl. E. Mansfield, Rates of Return from Industrial Research and Development, AER, P&P, Vol. LIV, 1965, S. 310 ff (besonders Tabelle 1, S. 315). Die Ergebnisse Mansfield's sind jedoch aus folgenden wesentlichen Gründen nur beschränkt aussagefähig: 1. Es werden sichere Erwartungen unterstellt; 2. Produktinnovationen werden vernachlässigt; 3. sowohl die Messung des technischen Fortschritts als auch die des Ertrages aus F&E Tätigkeit enthalten zu weitgehende Zugeständnisse an das unzureichende statistische Material.

Als weitere Studie zu diesem Problem sei ein Ansatz von Minasian erwähnt. Er vergleicht die Grenzerträge aus Investitionen in den Kapitalstock und in F&E (Grundlage der Berechnungen ist auch bei Minasian eine Cobb-Douglas Funktion) in 17 Unternehmen der chemischen Industrie für die Periode zwischen 1948 - 1957. Die entsprechenden Werte für den organisatorischen und den kapitalgebundenen technischen Fortschritt sind 9 % und 54 %. Dabei ist zu betonen, daß in dem Ansatz von Minasian im Gegensatz zu dem von Mansfield auch die fehlgeschlagenen F&E Projekte enthalten sind. Vgl. J. R. Minasian, Research and Development, Production Functions, and Rates of Return, AER, P&P, Vol. LIX, 1969, S. 80 ff.

die beiden Werte wieder angleichen.¹⁾

Diese Überlegungen sind jedoch nur unter den Prämissen gleichen Risikos für die Aktivitäten in beiden Verwendungsbereichen und äquivalenten Risikoverhaltens der Unternehmen durchführbar. Es stellt sich daher die Frage, ob die beiden Voraussetzungen aufrechtzuerhalten sind.

Zu Beginn der vorliegenden Arbeit wurde festgestellt, daß die Produktion neuen Wissens mit größerem Risiko behaftet ist, als

1) Die Frage der Entwicklung der E-Industrie (research industry) in Richtung auf ein Gleichgewichtsniveau, behandelt vor allem Brozen. Im Rahmen der Analyse des Wachstums der F&E-Ausgaben in den USA für den Zeitraum von 1950 - 60 und ihrer Prognose für 1970, gelangt er zu der Feststellung, daß die Wachstumsraten der F&E Industrie abnehmen werden, da

- 1) die Annäherung an das langfristige Gleichgewicht (gemessen durch den prozentualen Anteil der F&E-Ausgaben am BSP) bis 1960 relativ stark war; und
- 2) sich das langfristige Gleichgewicht seit 1956 nicht mehr "nach oben" verlagert habe (vgl. Tab. 6, S. 440 des unten zitierten Aufsatzes, 1961) und sich auch in Zukunft nur sehr langsam aus seiner Position bewegen wird.

Dieses Ergebnis leitet Brozen unter den Prämissen gegebener Nachfrage- und Güterstruktur sowie gegebener Steuerstruktur ab. Vgl. Y. Brozen, The Future of Industrial Research, JOB, Vol. XXXIV, 1961, S. 434 ff; derselbe, Trends in Industrial Research and Development, JOB, Vol. XXXIII, 1960, S. 205 ff und derselbe, R+D Differences Among Industries, In: Economics of Research and Development (1965) aaO. S. 83 ff. Für unsere Zwecke sind diese Studien jedoch nur begrenzt aussagefähig, da sie einmal die staatlichen Ausgaben für F&E mit enthalten und zum anderen nur in geringem Umfang auf das Konzept der Trennung zwischen E- und A-Industrie anwendbar sind. (Die Zahlen Brozen's beziehen sich überwiegend auf unternehmensinterne F&E von E/A-Unternehmen).

Weitere Überlegungen hinsichtlich der Entwicklung einer "research industry" finden sich bei D. M. Keezer, The Outlook for Expenditures on Research and Development During the Next Decade, AER, P&P, Vol. L, 1960, S. 355 ff und J. W. Markham (1965) aaO. S. 74 f.

die Herstellung bekannter Güter mittels bekannter Produktionsverfahren.¹⁾ Damit ist die erste Voraussetzung für die in bezug auf das Verhältnis von Angebot und Nachfrage von neuem Wissen optimale Situation nicht erfüllt.

Die der zweiten Voraussetzung widersprechende Hypothese unterschiedlichen Risikoverhaltens von Unternehmen in der A- und der E-Industrie, soll aus folgenden Gründen verworfen werden: Es liegt kein plausibles Argument vor, das eine a priori Unterscheidung hinsichtlich des Risikoverhaltens von Unternehmen rechtfertigen würde, die grundsätzlich in jedem der beiden Bereiche isoliert oder simultan tätig werden können. Weiterhin wurde in den bisherigen Ausführungen das Risikoverhalten nicht in Abhängigkeit von den zur Diskussion stehenden Investitionsprojekten gesehen, sondern von dem jeweiligen Entlastungsgrad bei dem die einzelnen Unternehmen ihre Entscheidungen zu treffen haben. Infolge der Verletzung einer der beiden oben genannten Voraussetzungen muß davon ausgegangen werden, daß das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Gleichgewicht in der Verteilung der volkswirtschaftlichen Ressourcen auf die beiden Bereiche Produktion und Anwendung von neuem Wissen nicht erreicht werden kann. Aufgrund von Risiko/Ertrags-Überlegungen würde der F&E Bereich von den Investoren vernachlässigt. Der Anteil von F&E Ausgaben der Unternehmen wird zwar aus Gründen der Diversifikation der Aktivitäten nicht den Wert Null erreichen, jedoch kommt es in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Wettbewerbsintensität innerhalb der betrachteten Volkswirtschaft und

1) So ist Arrow der Meinung, daß "by the very definition of information, invention must be a risky process, in that the output... can never be predicted perfectly from the inputs." K. Arrow (1962) aaO. S. 616. Auch Geschka betont, daß die dem Innovationsprozeß vorausgehende Entscheidung über die Auswahl von Forschungsprojekten sehr viel schwerer zu treffen sei, als etwa die Entscheidung, eine Invention aufzukaufen und zu verwerten. Vgl. H. Geschka (1970) aaO. S. 31.

der damit verbundenen Höhe des durchschnittlichen Risikoaversionskoeffizienten zu einer (im Vergleich mit der optimalen Situation) suboptimalen Aufteilung der Ressourcen. Tendenziell kann gesagt werden, daß diese Differenz umso größer ist, je höher die Wettbewerbsintensität ist. Das Grenzerlösprodukt im F&E Bereich müßte, um sich von dieser suboptimalen in Richtung auf die optimale Situation (in K) verändern, über dem des "Anwendungsbereichs" liegen. Der entsprechende Betrag ist von der Höhe des Risikoaversionskoeffizienten abhängig.

Eine Situation, die den Punkt K im System der Trennung von E- und A-Industrie und damit dem Gleichgewicht entspricht, ist dagegen nur dann möglich, wenn in der E-Industrie economies of scale realisiert werden können. Damit sind wir zu der grundlegenden Prämisse, die eingangs der Arbeit bereits diskutiert wurde, zurückgekehrt. Durch die Realisierung von Größenvorteilen im F&E Bereich wird es möglich, daß trotz gleicher Grenzerlösprodukte in beiden Verwendungsbereichen Unternehmen ausreichend in F&E investieren (bei äquivalentem Risikoverhalten in A- und E-Industrie). F&E Projekte, die für Unternehmen der A-Industrie wegen zu niedriger Risiko/Ertrags-Relationen bereits aus dem potentiellen "Investitionsportefeuille" herausfallen, sind wegen einer günstigeren Ausgangssituation hinsichtlich der angesprochenen Relationen bei auf F&E spezialisierten Unternehmen für diese dennoch interessant. Der Anteil des F&E Bereichs wird demnach mit zunehmender Realisierung von Größenvorteilen bei der Produktion von neuem Wissen ständig wachsen und im Gleichgewicht K sein relatives Maximum erreichen.¹⁾

1) Wesentlich für die Höhe des F&E Anteils (in K) an den gesamten volkswirtschaftlichen Ressourcen, ist die Nachfrage nach neuem Wissen. In einer hochindustrialisierten Volkswirtschaft mit hohem technischen Niveau, wird der Anteil des F&E Bereichs höher sein als in einer relativ rückständigen Volkswirtschaft.

Neben die Frage nach der möglichen Höhe des F&E Budgets in K tritt diejenige nach der Art der angebotenen Inventionen. Da die Gleichgewichtssituation nur dann zustande kommt, wenn man kompetitives Verhalten der Marktteilnehmer voraussetzt, ist aufgrund der in Abschnitt A abgeleiteten Ergebnisse anzunehmen, daß die Projekte mit relativ hohem Risiko stark zugunsten der Projekte mit vergleichsweise geringem Risiko vernachlässigt werden. Davon sind vor allem Projekte der Grundlagenforschung betroffen. Man gelangt demnach auch in diesem Zusammenhang zu der bereits weiter oben genannten Folgerung,¹⁾ daß staatliche Stellen dann für die Produktion von grundlegend neuem Wissen sorgen müssen, wenn durch die Wirtschaftspolitik eine möglichst hohe Wettbewerbsintensität angestrebt wird. Da der Grundlagenforschung eine besondere Rolle im Rahmen der Forschungspolitik des Staates zufällt, wird den damit zusammenhängenden Problemen ein kurzer Exkurs gewidmet, bevor auf eine, der Konzeption der Trennung von E- und A-Industrie adäquate Gestaltung des Patentsystems eingegangen wird.

1) Vgl. S. 109 dieser Arbeit.

Exkurs: Die besondere Stellung der Grundlagenforschung im
Rahmen einer Konzeption der Trennung von E- und
A-Industrie

Bei der Charakterisierung der Projekte der Grundlagenforschung wurde festgestellt, daß es sich hierbei um besonders weitreichende und ungewisse Projekte handelt.¹⁾ Ihr Anteil am F&E-Budget eines E-Unternehmens ist deshalb, insbesondere im Falle hoher Wettbewerbsintensität, relativ gering, wenn man für die E-Unternehmen Risikovermeidung als Verhaltensweise in Ungewißheitssituationen annimmt.²⁾

Ein weiterer Grund für ein eventuell zu geringes Engagement von E-Unternehmen in Projektender Grundlagenforschung ist die in diesem Bereich besonders ausgeprägte Diskrepanz zwischen dem privaten und dem öffentlichen Nutzen des Projekte. Je geringer die Möglichkeit der Internalisierung externer Effekte für erfolgreiche Projekte durch ein E-Unternehmen eingeschätzt wird, desto geringer sind auch die Chancen der Grundlagenforschung, einen ihrer Bedeutung für den technischen Fortschritt entsprechenden Platz im F&E-Budget eines privaten Unternehmens einzunehmen. Dieser Umstand wirkt sich unmittelbar auf die Projektauswahl der E-Unternehmen aus. Der erwartete Ertrag, der dem erwarteten Risiko des Projektes gegenübergestellt wird ist kleiner als es seinem sozialen Nutzen entsprechen würde.

Die relative Benachteiligung der Grundlagenforschung im Verhältnis zur angewandten Forschung und zur Entwicklung in den F&E-Budgets privater Unternehmen,beruht demnach auf zwei Hauptur-

1) Vgl. hierzu S.58 ff dieser Arbeit

2) Zu diesem Problem schreibt Nelson: "Focussing attention on market position, a business firm operating in a competitive environment will seldom find it profitable to engage in a research project which is not likely to result quickly in something patentable, even if the firm can predict the nature of the research results." R. R. Nelson (1959) aaO, S. 303.

sachen:

- 1) E-Unternehmen vernachlässigen Projekte der Grundlagenforschung wegen des ihren Entscheidungen zugrundeliegenden Risikoverhaltens und der geschätzten Risiko/Ertrags-Relation umso stärker, je höher die Wettbewerbsintensität auf den einzelnen Märkten der E-Industrie ist.
- 2) Die unter 1) genannte Risiko/Ertrags-Relation fällt umso ungünstiger für die Projekte der Grundlagenforschung aus, je geringer die Möglichkeit der Internalisierung externer Effekte aus diesen Projekten ist.

Diesen beiden negativen Einflüssen auf die Höhe des Anteils der Projekte der Grundlagenforschung an den F&E Budgets privater Unternehmen, steht der unbestrittene Wert der Grundlagenforschung für den technischen Fortschritt gegenüber, denn "it is clear that for significant advances in knowledge we must look primarily to basic research; the social gains we may expect from basic research are obvious."¹⁾

Um der tendenziellen Vernachlässigung der Grundlagenforschung durch private Unternehmen entgegenzuwirken, muß vor allem ein Ausweg aus der in Punkt 2) beschriebenen Problematik gesucht werden. Denn eine Erhöhung der erzielbaren Erträge durch eine Verbesserung der Möglichkeit der Internalisierung externer Effekte wirkt sich positiv auf die Ertragserwartungen der Unternehmen und damit auf die Berücksichtigung der Grundlagenforschung in den F&E Budgets aus. Während im herkömmlichen System von E/A-Unternehmen aufgrund der gewöhnlich geringen Lizenzbereitschaft in Verfolgung dieses Ziels große Unternehmenseinheiten nötig sind, ist dies im System einer E- und A-Industrie nicht der

1) R. R. Nelson (1959) aaO. S. 302.

Fall. ¹⁾ Dort ist es vielmehr wichtig, daß dem E-Unternehmen, das eine Invention aus dem Bereich der Grundlagenforschung auf den Markt bringt, über die Zahlung von Lizenzgebühren durch interessierte Übernehmer Erträge zufließen, die das E-Unternehmen für seine Aufwendungen entschädigen. Der positive Effekt einer Steigerung der Erträge auf die Zahl der in Angriff genommenen Projekte der Grundlagenforschung wird umso größer sein, je weniger wettbewerbsintensiv der jeweilige Markt in der E-Industrie ist.

Reicht die gerade beschriebene Reduktion der "gaps" zwischen privatem und sozialem Nutzen von Forschungsprojekten nicht aus, um einen, vom gesamtwirtschaftlichen Nutzen her erwünschten Mittelzufluß in Projekte der Grundlagenforschung zu erreichen, ²⁾ so muß der Staat verstärkt Produktionsfaktoren in diesen Sektor leiten. ³⁾⁴⁾ Ist es zudem ein Ziel staatlicher Wettbewerbspolitik, Märkte mit hoher Wettbewerbsintensität zu erhalten oder zu schaffen, so müssen, wie bereits erwähnt, die staatlichen Mittel für den als erforderlich angesehenen Umgang der Grundlagenforschung wesentlich höher sein als im Fall der Duldung von Märkten mit hohem Entlastungsgrad in der E-Industrie.

1) Diese Feststellung wurde dem Sinne nach von Nutter bereits im Jahre 1956 getroffen: "... in so far as inventing has become more expensive, as it clearly has in some industries, this calls for the big laboratory, not big business. Research and development can in large part be carried on in special institutes and research companies, which may need to be large but not gigantic." G. W. Nutter, Monopoly, Bigness, and Progress, IPE, Vol. LXIV, 1956, S. 526.

2) Vgl. hierzu z. B. R. R. Nelson (1959) aaO. S. 297 ff und K. Arrow (1962) aaO. S. 616 ff.

3) Hinsichtlich möglicher Kriterien zur Messung der Effizienz staatlicher F&E Ausgaben vgl. J. F. Reuter, Forschungspolitik und Forschungsplanung, Berlin, 1970, S. 107 ff.

4) Die Notwendigkeit staatlicher Unterstützung der Grundlagenforschung betont auch Keezer: "Other studies have indicated that too much of the government's research effort (and to many of its grants to universities) is concentrated on applied research and too little on basic research, if the latter is to receive the impetus it needs from government sources." D. M. Keezer (1960) aaO. S. 368.

IV. Die Ausgestaltung eines adäquaten Patentsystems bei einer Trennung von Produktion und Anwendung neuen Wissens

Der Zweck der Patenterteilung an einen Erfinder liegt darin, seine Erfindung durch Gewährung eines Ausschließlichkeitsrechts zu schützen und zur Offenbarung der Erfindung zu veranlassen und damit den technischen Fortschritt zu fördern.¹⁾ Dieses, dem Erfinder durch das bestehende Patentsystem zugestandene Schutzbedürfnis wird auch auf den Innovator übertragen.²⁾ Die daraus resultierende zeitweilige Monopolisierung für das betreffende neue Wissen kann zu umfassenden Behinderungen des Wettbewerbs auf den verschiedenen Märkten führen.³⁾ Die Behinderungen werden in Kauf genommen um dem Inventor eine, seinen der Invention vorausgegangenen Bemühungen entsprechende Belohnung in Aussicht zu stellen und damit den Anreiz für Investitionen geistiger und materieller Art in die F&E Tätigkeit zu schaffen. Der aus Invention und Innovation neuen Wissens resultierende technische Fortschritt, der gemäß den Ergebnissen der neoklassischen Wachstumstheorie die Hauptdeterminante des wirtschaftlichen Wachstums ist⁴⁾ wird in enger Verbindung mit dem Patentsystem gesehen, so

1) Vgl. Bericht über das Ergebnis einer Untersuchung der Konzentration in der Wirtschaft, Bundesdrucksache IV/2320, Anlageband, Frankfurt/M., 1964, S. 767 (im folgenden als "Konzentrationsenquête" zitiert).

2) Vgl. M. Neumann (1969) aaO. S. 310.

3) Die unerwünschten Auswirkungen des Patentsystems auf den Wettbewerb wurden ausführlich diskutiert; vgl. hierzu z. B. W. Eucken, Grundsätze der Wirtschaftspolitik, 2. Aufl., Tübingen, Zürich 1955, S. 268; K. Prahl, Patentschutz und Wettbewerb, Göttingen, 1970 und H. Hirsch (1970) aaO. S. 99 ff. Einen umfassenden Überblick über diese Problematik gibt Machlup (1962) aaO. S. 9 ff.

4) Vgl. z. B. R. M. Solow (1957) aaO. S. 312 ff oder J. H. Siegel, The Role of Scientific Research in Stimulating Economic Progress, AER, P&P, Vol. L, 1960, S. 340 ff.

daß "... this causal connection is believed to be a matter beyond doubt and dispute."¹⁾

Akzeptiert man die Hypothese, das Patentsystem stimuliere die Erfinder, Inventionen hervorzubringen, so bleibt vor allem das Problem der Diffusion des neugeschaffenen Wissens. Der gesamtwirtschaftliche technische Fortschritt kann bei unzureichender oder sogar unterbleibender Diffusion wesentlich unterhalb der potentiellen Möglichkeiten bleiben.²⁾ Da z. B. in der BRD kein Ausübungszwang für ein erteiltes Patent besteht und auch die Möglichkeit von Zwangslizenzen nur im Rahmen des öffentlichen Interesses gegeben ist, kann ökonomisch relevantes technisches Wissen von dem Inventor ohne Schwierigkeiten "stillgelegt" werden.³⁾ Die Situation, die sich infolge mangelnder Diffusion ergeben kann, nennt Robinson das "Paradoxon der Patente": "A patent is a device to prevent the diffusion of new methods before the original investor has recovered profit adequate to induce the requisite investment. The justification of the patent system is that by slowing down the diffusion of technical progress it ensures that there will be more to diffuse."⁴⁾ Die Krux des bestehenden Pa-

1) E. Schiff, *Industrialization without National Patents*, Princeton, 1971, S. 4.

2) Verwendet man die Darstellungsweise einer "technical possibility curve", die den potentiellen technischen Fortschritt aufgrund des gegebenen Wissens für eine Volkswirtschaft beschreibt, so bleibt der realisierte Wert je nach der Intensität der Verhinderung maximaler Diffusion entsprechend weit innerhalb des durch die "technische Möglichkeitskurve" eingeschlossenen Bereichs.

3) Die gesetzlich gesicherte Möglichkeit der Beantragung einer Zwangslizenz (vgl. § 15, Abs. 1, PatG) kann diesem Mangel nicht abhelfen. Das langwierige und kostspielige Verfahren wird nur sehr selten eingeleitet. Über die Bedeutung und Problematik der Zwangslizenz vgl. H. Lenel, *Ursachen der Konzentration*, 2. Aufl., Tübingen, 1968, S. 126 ff und 135 ff und *Konzentrationsenquete* (1964) aaO. S. 780.

4) J. Robinson, *The Accumulation of Capital*, London, 1958, S. 87.

tentsystems liegt also darin, daß es Erfindungen stimulieren soll, gleichzeitig jedoch eine Verbreitung auf alle interessierten potentiellen Anwender verhindert.

Die Abschaffung der Patente als Alternativlösung, die eine weitgehende Imitation und damit Diffusion neuen Wissens gewährleisten würde, bringt schwerwiegende Probleme mit sich. Sie liegen vor allem in der leistungsgerechten Entlohnung für den Inventor¹⁾ und den damit zusammenhängenden Anreizen für F&E Tätigkeit, sowie in der möglichst langen Geheimhaltung von Inventionen und der damit verbundenen Tendenz in Richtung auf eine vertikale Integration von Unternehmen.²⁾ Obwohl Schiff in einer empirischen Untersuchung der "patentlosen" Zeit in der Schweiz (1850-1907) und in den Niederlanden (1869-1912) zu dem Ergebnis kommt, daß vom ökonomischen Standpunkt aus, eine positive Entwicklung der Wirtschaft ohne Patente möglich ist,³⁾ setzen wir auch für die weitere Analyse die Existenz eines Patentsystems voraus, da unter den heute vorliegenden Bedingungen eine Abschaffung des Patentwesens als nicht praktikabel bzw. opportun erscheint.

Wenn der Beibehaltung von Patenten grundsätzlich zugestimmt wird, die wettbewerbsbehindernden Auswirkungen des herrschenden Patentsystems jedoch verhindert werden sollen, dann kann dies auf zwei Arten geschehen:

-
- 1) Der Begriff "leistungsgerechte Entlohnung" bezieht sich auf den ökonomischen Wert der Invention.
 - 2) Vgl. z. B. H. Hirsch (1970) aaO. S. 110 ff.
 - 3) Vgl. E. Schiff (1971) aaO. S. 126. Die Ergebnisse von Schiff lassen sich nicht ohne Schwierigkeiten auf andere Länder übertragen, da sie zu stark auf der besonderen Situation der beiden relativ kleinen Länder im Untersuchungszeitraum basieren. Verallgemeinernde Aussagen sind deshalb nicht möglich.

1) Verstärkung der korrigierenden Eingriffe staatlicher Behörden mit Hilfe wettbewerbspolitischer Maßnahmen zur Verhütung zu starker Monopolstellungen einzelner Unternehmen bzw. von Unternehmensgruppen; oder

2) Erhöhung der Lizenzbereitschaft der Patentinhaber.

Die unter 1) genannte Möglichkeit läuft auf ein zwiespältiges Verhalten der zuständigen staatlichen Behörden hinaus. Auf der einen Seite soll der Inventor bzw. der Innovator durch die Gewährung eines Patentes gegen Nachahmer geschützt werden. Andererseits müßte man die dadurch geschaffene Stellung des Patentinhabers wieder "aufweichen", indem man gegen ihn wettbewerbspolitische Maßnahmen ergreift, wie beispielsweise die Erleichterung des Erwerbs von Zwangslizenzen durch interessierte Unternehmen. Dagegen bietet der unter 2) genannte Vorschlag Ansatzpunkte für eine Reduzierung der negativen Auswirkungen des Patentschutzes. In dem Begriff "Lizenzbereitschaft" kommt zum Ausdruck, daß dem Patentinhaber ein Anreiz geboten werden muß, der ihn zur Vergabe von Lizenzen an potentielle Anwender der Invention veranlaßt. Versuche dieser Art gab es in Großbritannien und in Deutschland. Durch eine sogenannte "licence of right" bzw. "Erklärung zur Lizenzbereitschaft" war dem Inventor die Möglichkeit vorbehalten, durch die Abgabe von Lizenzen gegen eine angemessene Vergütung Gebührenermäßigungen bei der Anmeldung und Aufrechterhaltung seines Patentes zu erlangen.¹⁾ Die praktische Bedeutung dieser Möglichkeit der Patenthaltung blieb allerdings sehr gering. In Großbritannien wurden in der Zeit vor dem 2. Welt-

1) Vgl. zur "licence of right" M. Polanyi, Patent Reform, Review of Economic Studies, Vol. XI, 1943/44, S. 66 f und zur "Erklärung zur Lizenzbereitschaft" G. Gather, Reform der Patentgesetzgebung, ORDO, 2. Bd., 1949, S. 286.

krieg weniger als ein halbes Prozent der pro Jahr erteilten Patente als "licences of right" gehalten.¹⁾ Ähnliches galt für Deutschland wo 1939 nicht einmal ein Zwanzigstel der erteilten Patente in der oben erwähnten Form erteilt wurden. Diese Zahl sank zudem in den folgenden Jahren ständig weiter ab.²⁾ Dennoch diente die Erhöhung der Lizenzbereitschaft für Polanyi und Gather als Basis der Reformvorschläge für das in seiner Grundstruktur noch heute gültige Patentsystem. Da die Vorschläge beider Autoren tendenziell in dieselbe Richtung weisen wie das in dieser Arbeit dargestellte Konzept, nämlich auf eine Erhöhung des realisierten technischen Fortschritts bei Zunahme der Wettbewerbsintensität, seien sie kurz erläutert. Polanyi schlägt vor, "... to supplement licences of right by government rewards to patentees on a level ample enough to give general satisfaction to inventors and their financial promoters."³⁾ Die Entlohnung der Patentinhaber soll also durch den Staat erfolgen. Kriterien für die Höhe der Entschädigung sind bei Prozeßinventionen die Berichte der Lizenznehmer über den ökonomischen Wert der Invention an den Patentinhaber und dessen eigene Schätzung des Wertes anhand der gesammelten Informationen. Bei Produktinventionen treten neben die Angaben der Lizenznehmer diejenigen der Konsumenten als Benützer der Güter. Der Staat zahlt dann dem Patentinhaber jährlich einen bestimmten Bruchteil - vielleicht 10 - 30 % -⁴⁾ des anerkannten ökonomischen Wertes, den die Invention im abgelaufenen Jahr aufgewiesen hat. Polanyi ist weiter der Ansicht, daß "as a matter of speculation" eine staatliche Ent-

1) Vgl. M. Polanyi (1943) aaO. S. 67.

2) Vgl. G. Gather (1949) aaO. S. 286.

3) Vgl. M. Polanyi (1943) aaO. S. 67.

4) Vgl. derselbe, ebenda, S. 67.

schädigung in etwa der drei- oder vierfachen Höhe der jährlichen Ausgaben für F&E durch die Industrie genügen würde, um die Anzahl der "licences of right" auf bzw. über das zahlenmäßige Niveau der "gewöhnlichen" Patente zu heben.¹⁾

Ob dieses Ziel allerdings mit Hilfe des skizzierten Entlohnungssystems erreicht wird, ist höchst ungewiß. Die Hauptgründe hierfür liegen in der anzunehmenden tendenziellen Unterbewertung der Invention durch die Lizenznehmer²⁾ und der schwierigen Isolation des Wertes der "reinen" Invention für den Produktionsprozeß.³⁾

Hinzu kommt, daß den zuständigen staatlichen Instanzen im System Polanyi's eine entscheidende Rolle zugebilligt wird, denn "in many cases the process of assessing the economic value of an invention for purposes of rewarding the patentees may be carried out directly by Government enquiry to the exclusion of any reports by licencees to patentees."⁴⁾

Auch der Reformvorschlag Gather's stützt sich auf eine Erweiterung der oben erwähnten "Erklärung zur Lizenzbereitschaft", indem er sie zu einem generellen Grundtatbestand ausbauen möchte.⁵⁾ Im Unterschied zu Polanyi fordert Gather jedoch direkte Lizenzverhandlungen zwischen Patentinhaber und Lizenznehmer auch (und vor allem) über den Preis. Insofern kommt der Vorschlag Gather's

1) Vgl. M. Polanyi (1943) aaO. S. 67 und 69.

2) Die Lizenznehmer haben zwar keine direkten finanziellen Verpflichtungen gegenüber dem Patentinhaber, denn die Vergütung zahlt der Staat aus dem Steueraufkommen, jedoch werden sie bestrebt sein, den Kostenvorsprung des Patentinhabers möglichst gering zu halten.

3) Zusätzliche Kritik am System Polanyi's findet sich bei M. Börlin, Die volkswirtschaftliche Problematik der Patentgesetzgebung unter besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse, St. Gallen, 1954, S. 225.

4) M. Polanyi (1943) aaO. S. 68.

5) Vg. G. Gather (1949) aaO. S. 294 ff.

unserer Konzeption wesentlich näher als der von Polanyi.¹⁾ Jedoch billigt auch Gather dem Staat eine beherrschende Rolle zu, wenn er schreibt: "Kommt eine solche Vereinbarung (über die Lizenzgebühr; Anm. d. Verf.) nicht zustande, dann wird auf schriftlichen Antrag eines Beteiligten die angemessene Vergütung durch das Patentamt festgesetzt (bzw. die Lizenzgebühr wird schlechterdings vom Patentamt festgesetzt)".²⁾ Allerdings räumt Gather an anderer Stelle seiner Ausführungen ein, wenn "man die Festsetzung der Lizenzgebühr der freien Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern (überläßt; Anm. d. Verf.), dann hat dies den Vorteil, daß das Abwägen von Leistung und Gegenleistung unter den Parteien selbst vermutlich ein zutreffenderes Verhältnis schafft als bürokratische Schätzung."³⁾ Diese Aussage von Gather liegt auch der in der vorliegenden Arbeit dargestellten Konzeption zugrunde. Das herrschende Patentsystem könnte ohne große Änderung übernommen werden. Die zeitliche Begren-

1) Hirsch bemerkt zu Gather's Konzept zwar kritisch, direkte Preisverhandlungen zwischen Patentinhaber und (potentiellem) Lizenznehmer seien deshalb undurchführbar, weil der Patentinhaber die Lizenzgebühr einfach so hoch ansetzen kann, daß der Lizenznehmer aus ökonomischen Gründen nicht mehr zustimmen in der Lage sei, was dann praktisch doch auf eine starke Monopolstellung des Patentinhabers hinauslaufe. Vgl. H. Hirsch (1970), aaO. S.114. Dieser Einwand trifft jedoch weder hinsichtlich Gather's noch unserem Konzept zu. Bei Gather würde in diesem Falle das Patentamt den Preis festsetzen, in unserem Konzept dagegen widerspricht ein derartiges Verhalten der Interessenlage eines E-Unternehmens (vgl. hierzu aber S. 200 ff dieser Arbeit).

2) G. Gather (1949) aaO. S. 295.

3) Vgl. derselbe, aaO. S. 301.

zung des Patentschutzes wäre indes überflüssig,¹⁾ da die Patente durch Substitutionserfindungen entwertet werden, wobei die Wahrscheinlichkeit derartiger Erfindungen höher ist, als unter den "herkömmlichen" Verhältnissen. Als Beispiel für die tatsächliche Laufzeit von Patenten seien die Verhältnisse in der BRD an einem bestimmten Stichtag (30. April 1962) angeführt.

-
- 1) Damit erübrigt sich auch die Fragestellung von Nordhaus nach der optimalen "Lebensdauer" eines Patentes. Die Grundgedanken seines Ansatzes sind:
- (a) Eine Verlängerung der Schutzfrist durch Patente erhöht den Anreiz für Inventionen und
 - (b) durch die Ausdehnung der Schutzfrist entstehen Verluste an "sozialer Wohlfahrt", die auf den länger währenden Bestand der durch Patente geschaffenen Monopole zurückgehen.
- Um die "optimale Lebensdauer" eines Patentes zu ermitteln, maximiert Nordhaus die soziale Wohlfahrtsfunktion in bezug auf die Lebensdauer des Patentes. Das so ermittelte Optimum ist jedoch nicht sehr aussagekräftig. Geringe Änderungen der Parameter in der Wohlfahrtsfunktion bewirken bereits starke Verschiebungen des "Optimums". Besonders wichtig sind dabei die Parameter "Reichweite der Invention" und "Elastizität der Nachfrage". Vgl. W.D. Nordhaus (1969) aaO. S. 76 ff.

Tabelle 3: Lebensdauer der Inländern erteiltten und bis zum 30. April 1962 durch Nichtzahlung der Jahresgebühren erloschenen DBP

Inhaber von DBP	Im ... Jahr der Laufzeit erloschene DBP					insgesamt Anzahl v. H.
	3. bis 6. Jahr Anzahl v. H.	7. bis 9. Jahr Anzahl v. H.	10. bis 12. Jahr Anzahl v. H.	13. bis 15. Jahr Anzahl v. H.	16. bis 18. Jahr Anzahl v. H.	
1 bis 4	21 845 63,82	8 977 26,23	2 859 8,35	443 1,30	104 0,30	34 228 100
5 bis 100	12 485 43,77	10 011 35,09	4 637 16,25	1 066 3,74	328 1,15	28 527 100
101 bis 500	6 025 45,28	4 487 33,72	1 997 15,01	576 4,33	221 1,66	13 306 100
501 bis 1000	931 43,02	716 33,09	375 17,33	109 5,04	33 1,52	2 164 100
mehr als 1000	12 207 54,35	6 289 28,00	2 839 12,64	878 3,91	247 1,10	22 460 100
DBP insgesamt	53 493 53,13	30 480 30,27	12 707 12,62	3 072 3,05	933 0,93	100 685 100
1000 umsatz- größte Industrie- unternehmen 1960	20 518 47,94	13 555 31,67	6 277 14,67	1 860 4,34	589 1,38	42 799 100

Quelle: Konzentrationsenquête (1964) aaO, S. 790 f.

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, sind im Jahre 1962, neun Jahre nach ihrer Erteilung, bereits ca. 83 % der Patente durch Nichtbezahlung der Patentgebühren erloschen. Als hauptsächlicher Grund für die Einstellung der Zahlungen durch die Patentinhaber dürfte die technische Veralterung bzw. die wirtschaftliche Wertlosigkeit der betroffenen Patente im Laufe der Zeit anzusehen sein. Wäre der Ertrag aus dem Patent höher als die anfallenden Patentgebühren, so würde das Patent aufrecht erhalten werden. Aus den vorliegenden Zahlen kann man deshalb schließen, daß der oft erhobenen Forderung nach einer Verkürzung des gesetzlichen Patentschutzes¹⁾ kein allzu großes Gewicht beizumessen ist.

Das Fehlen einer zeitlichen Begrenzung des Patentschutzes wirkt dann jedoch Probleme auf, wenn ein Mischsystem besteht, d.h. neben E- und A-Unternehmen auch E/A-Unternehmen existieren. Besitzt ein E/A-Unternehmen ein wichtiges Patent, so hat es durch den patentrechtlichen "Dauerschutz" einen großen Vorteil gegenüber dem zeitlich begrenzten Patentschutz. Neumann schlägt für diesen Fall die Einführung eines Kontrahierungszwanges mit interessierten potentiellen Lizenznehmern vor, wodurch das E/A-Unternehmen zu einem quasi - kompetitiven Verhalten gezwungen werden würde.²⁾ Mit hoher Wahrscheinlichkeit muß dann der Staat insofern eingreifen, als die Lizenzgebühren von dem E/A-Unternehmen zu hoch angesetzt werden können, um eventuell einer nicht erwünschten Lizenzvergabe zu entgehen.³⁾ Allgemein kann man deshalb sagen, daß der Staat (bzw. das Patentamt) dann in das wirtschaftliche Geschehen auf dem

1) Vgl. z. B. G.Gather (1949) aaO. S. 274 f.

2) Vgl. M. Neumann (1969) aaO. S. 317.

3) Vgl. hierzu auch S.243 f dieser Arbeit.

Markt für neues Wissen eingreifen sollte, wenn sowohl im Falle des "reinen" Konzepts einer E- und A-Industrie als auch in einem Mischsystem, nur ein Unternehmen ein Patent ökonomisch auswertet und mindestens ein anderes Unternehmen auftritt, das gegen die Bezahlung einer angemessenen Gebühr ebenfalls an einer Auswertung dieses Patentes interessiert ist. Durch die Verbindung der beiden Aktivitäten "Produktion von Inventionen" und "Verkauf dieser Inventionen" an möglichst viele potentielle Anwender in einem E-Unternehmen, ist es möglich, das oben erwähnte und von Robinson formulierte "Paradoxon der Patente" zu lösen. Im Konzept einer E- und A-Industrie wirkt das Patentsystem nicht nur als Stimulans für potentielle Erfinder, sondern es fördert auch die Diffusion von ökonomisch relevanten Inventionen.

Die resignierende Feststellung von Börlin, der die teilweisen krassen Mißbräuche des Patentrechts mit der fehlenden inneren Disziplin von vielen Patentinhabern begründet,¹⁾ verliert in dem vorliegenden Konzept stark an Gewicht. Denn man kann Börlin's Aussage "je größer ... die innere Disziplin des Einzelnen ist, desto mehr erweist sich eine rein äußerliche Ordnung als überflüssig,"²⁾ dahingehend abwandeln, indem man formuliert: Je mehr das ökonomische Interesse der einzelnen Marktteilnehmer den volkswirtschaftlichen Zielsetzungen entspricht, desto geringere Eingriffe wirtschaftspolitischer Instanzen in den ökonomischen Ablauf sind nötig.

1) Vgl. M. Börlin (1954) aaO. S. 236.

2) Derselbe, ebenda, S. 236.

Zusammenfassung

Ausgangspunkt der Überlegungen war die Abhängigkeit des technischen Fortschritts von der Entwicklung der Nachfrage auf den Endproduktmärkten, deren Befriedigung neue Technologien und Produkte verlangt. Ist das Marktpotential der aus der Endnachfrage abgeleiteten "technologischen Nachfrage" groß genug, so kann es zur vertikalen Desintegration einer E-Industrie kommen, die "neues technisches Wissen" unter Ausnützung von "economies of scale" produziert. Da in diesem Produktionsprozeß die Unsicherheit über den möglichen Output eine bedeutende Rolle spielt, ist sie bei der Entscheidung der E-Unternehmen über die Zusammenstellung ihres Projektportefeuilles mit einzubeziehen. Entsprechend dem Risikoverhalten der E-Unternehmen ergeben sich bestimmte Anteile der Projekte der Grundlagen- und der angewandten Forschung sowie der Weiterentwicklung. Da Risikoverhalten und Wettbewerbsintensität nicht unabhängig voneinander sind, übt die Höhe des Entlastungsgrades in bezug auf den "Kampf um das Überleben im Markt" einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Projektkombinationen aus. Der Anteil weitreichender Projekte (Projekte der Grundlagenforschung und teilweise auch der angewandten Forschung) nimmt mit zunehmender Wettbewerbsintensität ab.

Da diese Aussage durch ein, im Sinne der Maximierung des erwarteten Nutzens rationales Verhalten der E-Unternehmen begründet wurde, kann sie als Grundlage von Prognosen über die Art des zu erwarteten technischen Fortschritts unter bestimmten Wettbewerbsverhältnissen herangezogen werden. Ist es ein Ziel staatlicher Wettbewerbspolitik, Märkte mit hoher Wettbewerbsintensität zu erhalten oder zu schaffen, so muß in Kauf genommen werden, daß aus der F&E Tätigkeit der E-Unternehmen in der Hauptsache we-

niger weitreichende Inventionen hervorgehen. Um die nötige Basis für die langfristige F&E Tätigkeit zu schaffen, werden in diesem Falle Zuführungen staatlicher Mittel in den Bereich der Grundlagenforschung (z. B. in die Universitäten oder andere nicht auf Gewinne abzielende Einrichtungen, aber auch in Form von Auftragsforschung an private E-Unternehmen) nötig. Die daraus resultierenden Ergebnisse müßten dann den interessierten Unternehmen zur Verfügung gestellt werden.¹⁾

Aus der Darstellung des Adoptions- und des Diffusionsprozesses einer Invention ergab sich, daß auch die Realisierung des potentiellen technischen Fortschritts, d. h. die Anwendung und Verbreitung der Inventionen der E-Industrie in der A-Industrie, in Abhängigkeit von der Wettbewerbsintensität auf den einzelnen Märkten der A-Industrie zu sehen ist. Auf Märkten mit hoher Wettbewerbsintensität erfolgt eine schnellere Diffusion der ökonomisch relevanten Inventionen als auf solchen mit niedrigerer Wettbewerbsintensität.

Voraussetzung für das Zusammenspiel von E- und A-Industrie ist die Schaffung eines Marktes für neues technisches Wissen. Aus der Natur dieses Gutes ergibt sich, daß es durch die Gewährung eines Ausschließlichkeitsrechts für den Inventor künstlich zu einem ökonomisch knappen Gut gemacht werden muß. Dies führte zu der Definition des Gutes "Verwendung von neuem technischem Wissen". Der Grundgedanke bei der Ableitung von möglichen Preisen für neues Wissen war dessen Bewertung durch die Anbieter und Nachfrager. Unter der Voraussetzung kompetitiven Verhaltens der

1) Wie weiter oben gezeigt wurde (vgl. S.235) resultiert die Vernachlässigung der Grundlagenforschung in privaten E-Unternehmen teilweise auch aus der Verursachung positiver externer Effekte, denen kein entsprechender Ertrag des Unternehmens gegenübersteht. In diesem Falle sollten Subventionen an die E-Industrie die Herauslösung von F&E Aktivitäten aus E/A-Unternehmen fördern (vgl. dazu M. Neumann (1970) aaO. S. 239).

Marktteilnehmer und unbeschränkter Koalitionsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Unternehmen, ergab sich ein Gleichgewichtspreis für das Gut "Verwendung von neuem technischen Wissen". Gleichzeitig wurde festgestellt, daß bei diesem, im Wettbewerbsgleichgewicht gültigen Preis, neues Wissen zu den geringst möglichen Kosten angeboten wird.

Die Preisbildung auf einem Markt für neues Wissen durch Verhandlungen zwischen Anbietern und Nachfragern, ist der Zahlung staatlicher Prämien, finanziert aus Steuergeldern, vorzuziehen, da sie die ökonomische Relevanz des Gutes für die A-Industrie besser widerspiegelt. Den zuständigen staatlichen Stellen wird dadurch die Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes einer Invention weder zugemutet noch zugetraut.

Aus der Zielsetzung sowohl der E-Unternehmen als auch der A-Unternehmen resultiert im Wettbewerbsgleichgewicht die maximale Diffusion von ökonomisch relevanten Inventionen, trotz Aufrechterhaltung eines Ausschließlichkeitsrechts in Form von Patenten. Die zeitliche Dauer des Patentschutzes ist dabei irrelevant, da die Patente infolge geeigneter Substitutionserfindungen wertlos werden können. Die Wahrscheinlichkeit von Substitutionserfindungen im System der E- und A-Industrie ist wegen der gesamtwirtschaftlich relativ höheren F&E Aufwendungen und den damit verbundenen zahlreicheren, voneinander unabhängigen F&E Vorhaben höher einzuschätzen als in den herkömmlichen Mischsystemen. Dadurch wird ein ständiger Anreiz bzw. Zwang zu neuen Inventionen hervorgerufen.

Die Existenz einer E-Industrie beeinflußt die aktuelle und poten-

tielle Wettbewerbsintensität auf den verschiedenen Märkten positiv.¹⁾ Diese Aussage wird durch die Ergebnisse einer Analyse von Fama und Laffer²⁾ untermauert. Die Autoren stellten fest, daß unter dem Blickwinkel eines allgemeinen Gleichgewichts im Gegensatz zur Partialanalyse eines Marktes, keine klar umrissene Beziehung zwischen der Zahl der Anbieter und der Wettbewerbsintensität besteht. Diese hängt vielmehr von einer mehr oder weniger weitgehenden Erfüllung bestimmter Marktbedingungen ab.³⁾ Ein allgemeines Wettbewerbsgleichgewicht wird nach Fama und Laffer dann nicht erreicht, wenn Unteilbarkeiten und Immobilität von Produktionsfaktoren vorliegen, die Unternehmen keine Gewinnmaximierung anstreben, die alleinige Anwendung von bestimmten Produktionsverfahren auf einzelne Unternehmen beschränkt ist und wenn unvollkommene Informationen hinsichtlich der Erzielung maximal mögliche Erträge in verschiedenen Verwendungsarten für gegebene Produktionsfaktoren vorherrschen. Durch die Konzeption der Trennung zwischen E- und A-Industrie werden vor allem folgende Bedingungen für das Erreichen eines Wettbewerbsgleichgewichts positiv beeinflußt:

- 1) Neues Wissen z. B. in Form neuer Produktionsverfahren wird vermehrt angeboten und ist grundsätzlich für alle Interessenten

1) Die Vorteile der vertikalen Desintegration für die Aufrechterhaltung bzw. Verstärkung des Wettbewerbs werden bereits von Clark gesehen: "The advantage of large-scale production, . . sometimes becomes so important that a new branch of production is established, specializing in . . particular services and selling them to a large number of business men." Nach seiner Meinung ist "this movement . . extremely interesting and extremely significant" und "something that must be done, and done well, if healthy competition is to be preserved." J. M. Clark, *Studies in the Economics of Overhead Costs*, 12. Aufl., Chicago, 1962, S. 120 ff.

2) Vgl. E. F. Fama and A. B. Laffer, *The Number of Firms and Competition*, AER, Vol. LXII, 1972, S. 670 ff.

3) Vgl. dieselben, ebenda, S. 672.

zugänglich.

- 2) Der allgemeine Informationsstand über potentielle Einsatzmöglichkeiten von Produktionsfaktoren und über die damit zusammenhängenden Gewinnaussichten wird durch die Informationspolitik der E-Industrie verbessert.
- 3) Durch die in 1) und 2) genannten Effekte sinkt der Entlastungsgrad innerhalb der einzelnen Märkte und die Unternehmen werden gezwungen, die ihnen zur Verfügung stehenden Produktionsfaktoren gewinnmaximal einzusetzen, um ihr Fortbestehen zu sichern.

Mit der Intensivierung des aktuellen Wettbewerbs läuft die Erhöhung der potentiellen Wettbewerbsintensität parallel. Durch ihr Bemühen, die patentierten Inventionen an möglichst viele Anwender zu verkaufen, werden die E-Unternehmen vor allem auch potentielle Konkurrenten auf den Märkten der A-Industrie ansprechen. Als Ergebnis dieser Bemühungen verbessern sich die Möglichkeiten erheblich, in einen bestehenden Markt einzudringen. Die allgemeine Verstärkung der potentiellen Konkurrenz beschleunigt den Abbau von Vorsprungsgewinnen und trägt damit auch zur Intensivierung eines in diesem Sinne definierten dynamischen Wettbewerbs bei.¹⁾

1) Aufgrund der beschriebenen Auswirkungen einer E-Industrie auf das Marktgeschehen in der A-Industrie, werden wesentliche Einflußfaktoren, die tendenziell auf eine verstärkte Konzentration hinwirken, abgeschwächt. So zeigt Shen, daß im Falle ständiger Wettbewerbsvorteile bestimmter Unternehmen in einem Markt die daraus resultierende systematische Beziehung zwischen Unternehmensgröße und Wachstumsraten schließlich zu einer ausgeprägten Konzentration führt. Andererseits ergibt sich bei nur zeitweiligen Wettbewerbsvorteilen, die zufällig auf alle Unternehmen verteilt sind, eine lognormale Verteilung der Unternehmensgrößen. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang nach Shen dem technologischen Fortschritt und dem Markteintritt zu. Vgl. T. Y. Shen (1968) aaO. S. 96 ff.

Die Frage nach einer optimalen Wettbewerbsintensität wurde in der vorliegenden Arbeit nicht gestellt.¹⁾ Ihre allgemeine Beantwortung ist nach unserer Meinung auch nicht möglich. Legt man die in dieser Arbeit abgeleiteten Ergebnisse zugrunde, so würde die Konzeption einer optimalen Wettbewerbsintensität auf bestimmten Märkten der E-Industrie durch die staatliche Wettbewerbspolitik, die vorherige Entscheidung über die gewünschte Art des technischen Fortschritts notwendig machen. Außerdem müßten genaue Kriterien für das Vorliegen optimaler- bzw. suboptimaler Wettbewerbsintensität gegeben sein, um die angemessenen wettbewerbspolitischen Maßnahmen ergreifen zu können. Die Lösung dieser Probleme birgt jedoch große theoretische und praktische Schwierigkeiten in sich.

Wichtiger erscheint es uns, nach einem System zu suchen, das so flexibel ist, daß es aufgrund der Motivationen der am ökonomischen Geschehen Beteiligten in der Lage ist, in unterschiedlichen Marktsituationen, wie sie sich z. B. aus der Entwicklung der Nachfrage ergeben, einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung des Wettbewerbs zu leisten. Dies wird vor allem dadurch erreicht, daß bei einer Trennung der Produktion und der Anwendung neuen Wissens die Zahl der für die einzelnen Unternehmen möglichen Handlungsalternativen erhöht wird.²⁾ Gegebenenfalls stellt das in dieser Arbeit dargestellte Konzept eine Verbesserung in der angeführten Richtung dar.

1) Vgl. hierzu E. Kantzenbach (1967) aaO. S. 138 ff. Kantzenbach gelangt in der zitierten Arbeit zu einer optimalen Wettbewerbsintensität, die durch die Wettbewerbspolitik "wieder hergestellt" werden soll, wenn Abweichungen vom Optimum auftreten. Diese Konzeption stieß jedoch auf heftige Kritik, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Vgl. dazu z. B. E. Hoppmann, Das Konzept der optimalen Wettbewerbsintensität, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 1966, Bd. 179, S. 287 ff oder E. Käufer, Kantzenbachs Konzept des funktionsfähigen Wettbewerbs, ebenda, S. 481 ff.

2) Damit verkörpert das beschriebene System auch im Sinne einer Äußerung Nutter's einen wirtschaftlichen Fortschritt (in Ergänzung des "nur" technischen Fortschritts): "For the process of growth is also one of change. ... In an abstract sense economic progress may be defined as an increase in the range of alternatives." G. W. Nutter (1956) aaO. S. 521.

Appendix A

Berechnung von "Projektmöglichkeitenkurven" bei zwei F&E Projekten

Projekte der "angewandten Forschung" und der "Entwicklung" werden zu einer Projektgruppe zusammengefaßt; d. h. $x_1 + x_3 = x_4$

Da $x_2 + x_4 = 1$, gilt: $x_4 = 1 - x_2$

Erwarteter Ertrag G:

$$(1) \quad G = \mu_2 x_2 + \mu_4 x_4 = \mu_2 x_2 + \mu_4 (1 - x_2), \text{ wobei } \mu_2 \neq \mu_4$$

Erwartetes Risiko V:

$$(2) \quad V = \sigma_2^2 x_2^2 + \sigma_4^2 x_4^2 + 2R\sigma_2\sigma_4 x_2 x_4$$

(R ist der Korrelationskoeffizient zwischen den Erträgen aus x_2 und x_4 . Bei Variation von G bzw. V ergeben sich aus (1) und (2) die Iso-Ertrags- bzw. Iso-Varianz-Kurven).

Aus (1)

$$x_2 = \frac{G}{\mu_2} - \frac{\mu_4}{\mu_2} (1 - x_2)$$

bzw.

$$x_2 (1 - \frac{\mu_4}{\mu_2}) = \frac{G - \mu_4}{\mu_2}$$

oder

$$(3) \quad x_2 = \frac{G - \mu_4}{\mu_2 - \mu_4}$$

$$(1 - x_2) = \frac{G}{\mu_4} - \frac{\mu_2}{\mu_4} x_2 \text{ bzw. mit Hilfe von (3)}$$

$$(1 - x_2) = \frac{G}{\mu_4} - \frac{\mu_2}{\mu_4} \frac{G - \mu_4}{\mu_2 - \mu_4}$$

$$(4) \quad (1 - x_2) = \frac{\mu_2 - G}{\mu_2 - \mu_4}$$

und

$$(5) \quad (1 - x_2)x_2 = \frac{(G - \mu_4)(\mu_2 - G)}{(\mu_2 - \mu_4)^2}$$

werden (3), (4) und (5) in (2) eingesetzt, so ergibt sich:

$$V = \left[\frac{G - \mu_4}{\mu_2 - \mu_4} \right]^2 \sigma_2^2 + \left[\frac{\mu_2 - G}{\mu_2 - \mu_4} \right]^2 \sigma_4^2 + \left[\frac{(G - \mu_4)(\mu_2 - G)}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \right] R \sigma_2 \sigma_4$$

oder ausmultipliziert:

$$V = \frac{1}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \left[(\sigma_2^2 G^2 - 2\mu_4 \sigma_2^2 G + \mu_4^2 \sigma_2^2 + \mu_2^2 \sigma_4^2 - 2\mu_2 \sigma_4^2 - 2\mu_2 \sigma_4^2 G + \sigma_4^2 G^2 + \mu_2 \sigma_2 \sigma_4 R G - \mu_4 \mu_2 R \sigma_2 \sigma_4 - \mu_4 \sigma_2 \sigma_4 R G - \sigma_2 \sigma_4 R G^2) \right]$$

Zusammenfassung der Koeffizienten von G^2 , G und ohne G :

$$V = \frac{1}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \left[G^2 (\sigma_2^2 + \sigma_4^2 - R \sigma_2 \sigma_4) - G (2\mu_4 \sigma_2^2 - 2\mu_2 \sigma_4^2 - \mu_2 \sigma_2 \sigma_4 R + \mu_4 \sigma_2 \sigma_4 R) + (\mu_4^2 \sigma_2^2 + \mu_2^2 \sigma_4^2 - \mu_4 \mu_2 R \sigma_2 \sigma_4) \right]$$

oder

$$V = \underbrace{\left[\frac{\sigma_2^2 + \sigma_4^2 - R \sigma_2 \sigma_4}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \right]}_X G^2 - \underbrace{\left[\frac{2\mu_4 \sigma_2^2 - 2\mu_2 \sigma_4^2 - \sigma_2 \sigma_4 (\mu_2 R - \mu_4 R)}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \right]}_Y G + \underbrace{\left[\frac{\mu_4^2 \sigma_2^2 + \mu_2^2 \sigma_4^2 - \mu_4 \mu_2 R \sigma_2 \sigma_4}{(\mu_2 - \mu_4)^2} \right]}_Z$$

Mit X, Y und Z erhält man:

$$(6) \quad V = XG^2 - YG + Z$$

Gleichung (6) stellt die "Projektmöglichkeitenkurve", d. h. den Bereich effizienter Projektportefeuilles dar.

Bedingung für ein Optimum:

$$\left[\frac{dV}{dG} \right]_P = \left[\frac{dV}{dG} \right]_N$$

d. h. die Projektmöglichkeitskurve und eine Indifferenzkurve (aus dem Präferenzsystem des Entscheidungsträgers) müssen im Optimum eine gemeinsame Tangente haben. (Im Falle zweier Schnittpunkte der Indifferenzkurve und der Projektmöglichkeitskurve liegt kein Nutzenoptimum vor, denn der Akteur kann seinen Nutzen vergrößern, ohne die Projektmöglichkeitskurve zu verlassen. Liegt kein Schnittpunkt vor, so werden die Restriktionen verletzt). Unter Verwendung von $\Psi = \mu - A\sigma_G^2$ (wobei $\sigma_G^2 = V$, $\mu = G$ und $A > 0$, $\mu > 0$) ergibt sich:

$$\left[\frac{dV}{dG} \right]_P = 2XG - Y$$

$$\left[\frac{dV}{dG} \right]_N = \frac{1}{A}$$

d. h.

$$2XG - Y = \frac{1}{A}$$

$$(7) \quad G = \mu = \frac{1}{2AX} (1 + AY)$$

Die Kombination von x_2 und x_4 im Optimum erhält man durch Einsetzen von (1) in (7):

$$\mu_2 x_2^* + \mu_4 (1 - x_2^*) = \frac{1}{2AX} (1 + AY)$$

oder

$$x_2^* (\mu_2 - \mu_4) = \frac{1}{2AX} (1 + AY) - \mu_4$$

bzw.

$$(8) \quad x_2^* = \frac{\frac{1}{2AX} (1 + AY) - \mu_4}{\mu_2 - \mu_4}$$

Für x_4^* erhält man aus $\sum x_i = 1$:

$$x_4^* = 1 - x_2^* \quad \text{wobei gilt:} \quad \begin{aligned} 0 &\leq x_2^* \leq 1 \\ 0 &\leq x_4^* \leq 1 \end{aligned}$$

Änderung der Projektkombination bei Variation von A:

$$x_2^* = \frac{\frac{1}{2AX}(1+AY) - \mu_4}{\mu_2 - \mu_4}$$

oder

$$x_2^* = \left[2AX(\mu_2 - \mu_4) \right]^{-1} + \left[\frac{Y}{2X(\mu_2 - \mu_4)} \right] - \left[\frac{\mu_4}{(\mu_2 - \mu_4)} \right]$$

$$\frac{dx_2^*}{dA} = - \left[2AX(\mu_2 - \mu_4) \right]^{-2} \left[2X(\mu_2 - \mu_4) \right]$$

bzw.

$$(9) \quad \frac{dx_2^*}{dA} = - \frac{2X(\mu_2 - \mu_4)}{\left[2AX(\mu_2 - \mu_4) \right]^2}$$

Da annahmegemäß $\mu_2 > \mu_4$, $A > 0$ und $X > 0$ gilt:

$$\frac{dx_2^*}{dA} < 0$$

D.h., daß der Anteil der risikoreicheren Projekte (x_2) bei Zunahme des Risikoaversionskoeffizienten sinkt, der der risikoärmeren (x_4) dagegen steigt, da $x_2 + x_4 = 1$.

Appendix B

1. Lösung der Differentialgleichung $\dot{p} = (1-p)(k+cp)$

$$(1) \quad \dot{p} = (1-p)(k+cp) \quad \text{wobei } c \neq -k$$

Durch Stammbruchzerlegung erhält man:

$$(2) \quad \frac{A}{(1-p)} + \frac{B}{(k+cp)} = \frac{1}{(1-p)(k+cp)} \quad (A, B \text{ sind Konstante})$$

oder umgeformt:

$$(3) \quad Ak + Acp + B - Bp = 1$$

$$\text{wobei (3a): } Ak + B = 1$$

$$(3b): Ac - B = 0$$

Aus (3a) und (3b) lassen sich A und B berechnen:

$$A(k+c) = 1 \text{ oder}$$

$$(4) \quad A = \frac{1}{k+c} \quad \text{und}$$

$$(4a) \quad B = 1 - \frac{k}{k+c} = \frac{c}{k+c}$$

Gleichung (1) läßt sich auch wie folgt schreiben:

$$(1a) \quad \frac{\dot{p}}{(1-p)(k+cp)} = 1$$

A und B werden nun in (1a) eingesetzt:

$$(5) \quad \frac{A\dot{p}}{(1-p)} + \frac{B\dot{p}}{(k+cp)} = 1$$

Die Integration von (5) in den Grenzen t_0 bis t ergibt:

$$\int_{t_0}^t \left[\frac{A\dot{p}}{(1-p)} + \frac{B\dot{p}}{(k+cp)} \right] dt = \int_{t_0}^t dt$$

Daraus erhält man:

$$-A \ln(1-p) \Big|_{t_0}^t + \frac{1}{c} B \ln(k+cp) \Big|_{t_0}^t = t - t_0$$

Substituiert man A und B durch (4) und (4a), so gelangt man zu:

$$(6) \quad - \ln(1-p) \Big|_{t_0}^t + \ln(k+cp) \Big|_{t_0}^t = (k+c)(t-t_0)$$

oder zusammengefaßt:

$$(7) \quad \ln \left(\frac{k+cp}{1-p} \right) \Big|_{t_0}^t = (k+c)(t-t_0)$$

In entlogarithmierter Schreibweise lautet (7):

$$\frac{\frac{k+cp(t)}{1-p(t)}}{\frac{k+cp(t_0)}{1-p(t_0)}} = e^{(k+c)(t-t_0)}$$

Setzt man $\frac{k+cp(t_0)}{1-p(t_0)} e^{-(k+c)t_0} = C'$, wobei C' eine Konstante darstellt, so ergibt sich:

$$(8) \quad \frac{k+cp(t)}{1-p(t)} = C' e^{(k+c)t}$$

oder umgeformt:

$$k+cp(t) = C' e^{(k+c)t} - C' e^{(k+c)t} p(t)$$

bzw.

$$p(t) [c + C' e^{(k+c)t}] = C' e^{(k+c)t} - k$$

Für $p(t)$ läßt sich hieraus

$$(9) \quad p(t) = \frac{C' e^{(k+c)t} - k}{c + C' e^{(k+c)t}} \quad \text{ableiten.}$$

Die Umformung von (9) durch Erweiterung der rechten Seite mit $1/c$ ergibt:

$$p(t) = \frac{\frac{C'}{c} e^{(k+c)t} - \frac{k}{c}}{1 + \frac{C'}{c} e^{(k+c)t}}$$

Setzt man nun $\frac{C'}{c} = e^{c_0}$, so gelangt man schließlich zu:

$$(10) \quad p(t) = \frac{e^{c_0 + (k+c)t} - \frac{k}{c}}{1 + e^{c_0 + (k+c)t}}$$

2. Differentiation von Gleichung (10)¹⁾ nach t, um den Wendepunkt der Diffusionskurve zu bestimmen:

$$(11) \quad \frac{dp(t)}{dt} = \frac{ce^{-(c_0+ct)}}{[1 + e^{-(c_0+ct)}]^2}$$

Durch die Bildung der 2. Ableitung von (11) nach t erhält man:

$$\frac{d^2 p(t)}{dt^2} = \frac{[1 + e^{-(c_0+ct)}]^2 (-c^2) e^{-(c_0+ct)} + c^2 e^{-(c_0+ct)} 2(1 + e^{-(c_0+ct)}) e^{-(c_0+ct)}}{[1 + e^{-(c_0+ct)}]^4}$$

oder

$$\frac{d^2 p(t)}{dt^2} = \frac{-c^2 N e^{-(c_0+ct)} + 2c^2 e^{-2(c_0+ct)}}{N^3}$$

(wobei $N = 1 + e^{-(c_0+ct)}$)

bzw.

$$(12) \quad \frac{d^2 p(t)}{dt^2} = \frac{c^2 [e^{-2(c_0+ct)} - e^{-(c_0+ct)}]}{N^3}$$

Die Bedingung für einen Wendepunkt lautet:

$$\frac{d^2 p(t)}{dt^2} = 0 \quad 2), \text{ Da } c \neq 0, \text{ gilt:}$$

$$e^{-2(c_0+ct)} = e^{-(c_0+ct)}$$

1) Vgl. S. 172 dieser Arbeit. Gleichung (10) lautet: $p(t) = \frac{1}{1 + e^{-(c_0+ct)}}$.

2) Genau genommen müsste außerdem die Bedingung $\frac{d^3 p(t)}{dt^3} \neq 0$

geprüft werden. Darauf wird jedoch verzichtet.

oder

$$e^{-(c_0+ct)} = 1$$

d. h.

$$(13) \quad t = \frac{c_0}{c}$$

3. Bildung des Elastizitätsausdrucks $\varepsilon(t)$:

$$(14) \quad \varepsilon(t) = \frac{dp(t)}{dt} \frac{t}{p(t)}$$

aus Gleichung (11) in Verbindung mit (14) läßt sich für $\varepsilon(t)$ folgender Ausdruck ableiten:

$$(15) \quad \varepsilon(t) = \frac{[ce^{-(c_0+ct)}]_t [1 + e^{-(c_0+ct)}]}{[1 + e^{-(c_0+ct)}]^2}$$

oder

$$\varepsilon(t) = \frac{cte^{-(c_0+ct)}}{1 + e^{-(c_0+ct)}}$$

und schließlich

$$(16) \quad \varepsilon(t) = \frac{ct}{e^{(c_0+ct)} + 1}$$

Wenn $c \rightarrow \infty$, dann $\lim_{c \rightarrow \infty} \varepsilon \rightarrow 0$, da der Nenner im Gegensatz zum Zähler exponentiell wächst.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abramovitz, M.: Resource and Output Trends in the United States since 1870, AER, P&P, Vol. IVL, 1956.
- Aitchison, J. and Brown, J. A. C.: The Lognormal Distribution, 2. nd. ed., Cambridge, 1963.
- Albrecht, H.: Die theoretischen Ansätze der amerikanischen adoption-Forschung, Probleme der Beratung, Arbeiten der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, Bd. 26, Stuttgart, 1964.
- Alchian, A. A.: The Meaning of Utility Measurement, AER, Vol. XLIII, 1953.
- Alderson, W.: Marketing, Behavior and Executive Action, Homewood/III., 1957.
- Allais, M.: Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Américaine, Econometrica, Vol. XXI, 1953.
- Allen, R. G. D.: Mathematik für Volks- und Betriebswirte, 3. Aufl., Darmstadt, 1967.
- Allen, T. J.: Sources of Ideas and their Effectiveness in Parallel R&D Projects. In: Research Program Effectiveness, M. C. Yovits a. o. (eds.), New York, 1966.
- Arrow, K. J.: Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: Rate and Direction of Inventive Activity, NBER (ed.), Princeton, 1962.
- Arrow, K. J.: The Economic Implications of Learning by Doing, Review of Economic Studies, Vol. XXIX, 1962.
- Ayres, R. U.: Technological Forecasting and Long-Range Planning, New York, 1969.
- Bain, A. D.: The Growth of Demand for New Commodities, Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A., Vol. CXXVI, 1963.
- Bain, J. S.: Economies of Scale, Concentration, and the Condition of Entry in Twenty Manufacturing Industries, AER, Vol. XLIV, 1954.
- Bain, J. S.: Industrial Organisation, 2. ed., New York, London, 1968.
- Baumol, W. J.: Economic Dynamics, 3 rd. ed., Toronto, 1970.
- Beal, G. M. a. o.: Validity of the Concepts of Stages in the Adoption Process, Rural Sociology, Vol. XXII, 1957.

- Berthold, K. : Forschung und Entwicklung in der Deutschen Groß-industrie. Eine empirische Untersuchung der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der größten Industrieunternehmen unter besonderer Berücksichtigung der Grundlagenforschung. Diss. , Mannheim, 1968.
- Börlin, M. : Die volkswirtschaftliche Problematik der Patentgesetzgebung unter besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse, St. Gallen, 1954.
- Brandenburg, R. G. : Project Selection in Industrial R+D: Problems and Decision Process. In: Research Program Effectiveness, M.C. Yovits a. o. (eds.), New York, 1966.
- Brockhoff, K. : Unternehmenswachstum und Sortimentsänderung, Köln-Opladen, 1966.
- Brockhoff, K. : A Test for the Product Life Cycle, Econometrica, Vol. XXXV, 1967.
- Brockhoff, K. : Forschungsplanung im Unternehmen, Wiesbaden, 1969.
- Brödner, P. und Hamke, F. : Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen. Bericht über eine Prognose der mutmaßlichen Entwicklung in der Einzel- und Kleinserienentwicklung. Mitteilungen der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 3. Jg. , 1970.
- Bronstein, I. N. und Semendjajew, K. A. : Taschenbuch der Mathematik, Zürich, Frankfurt/M., 1969.
- Brown, W. H. : Innovation in the Machine Tool Industry, OJE, Vol. LXXI, 1957.
- Brozen, Y. : Invention, Innovation, and Imitation, AER, P&P, Vol. IXL, 1951.
- Brozen, Y. : Trends in Industrial Research and Development, JOB, Vol. XXXIII, 1960.
- Brozen, Y. : The Future of Industrial Research, JOB, Vol. XXXIV, 1961.
- Brozen, Y. : R+D Differences Among Industries. In: Economics of Research and Development, R. A. Tybout (ed.), Ohio, 1965.
- Bundesamt für gewerbliche Wirtschaft: Bericht über das Ergebnis einer Untersuchung der Konzentration in der Wirtschaft, Bundesdrucksache IV/2320, Frankfurt/M., 1964.
- Burns, T. and Stalker, G. M. : The Management of Innovation, 3. ed. , London, 1968.

- Clark, J. M. : Studies in the Economics of Overhead Costs, 12. Aufl., Chicago, 1962.
- Cohen, K. J. and Elton, E. J. : Inter-Temporal Portfolio Analysis Based on Simulation of Joint Returns, MS, Vol. XIV, 1968.
- Coleman, B. J., Katz, E. and Menzel, H. : The Diffusion of an Innovation Among Physicians, Sociometry, Vol. XX, 1957.
- Comanor, W. S. : Research and Technical Change in the Pharmaceutical Industry, Review of Economics and Statistics, Vol. XLVII, 1965.
- Comanor, W. S. : Market Structure, Product Differentiation, and Industrial Research, QJE, Vol. LXXXI, 1967.
- Cooper, A. C. : R&D Is More Efficient in Small Companies, HBR, Vol. XLII, 1964.
- Gopp, J. H. a. o. : The Function of Information Sources in the Farm Practice Adoption Process, Rural Sociology, Vol. XXIII, 1958.
- Debreu, G. and Scarf, H. : A Limit Theorem on the Core of an Economy, IER, Vol. IV, 1963.
- Denison, E. F. : The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before Us, New York, 1962.
- Dorfmann, R., Samuelson, P. A., Solow, R. : Linear Programming and Economic Analysis, New York, Toronto, 1958.
- Eucken, B. W. : Grundsätze der Wirtschaftspolitik, 2. Aufl., Tübingen, Zürich, 1955.
- Fama, E. F. and Laffer, A. B. : The Number of Firms and Competition, AER, Vol. LXII, 1972.
- Farrar, D. E. : The Investment Decision Under Uncertainty, Englewood Cliffs, N. J., 1962.
- Freund, R. J. : The Introduction of Risk into a Programming Model, Econometrica, Vol. XXIV, 1956.
- Friedman, M. and Savage, L. J. : The Utility Analysis of Choices Involving Risk, JPE, Vol. LVI, 1948 (wieder abgedruckt bei A. N. Page (ed.), Utility Theory: A Book of Readings, New York, 1968).
- Fritsch, B. : Forschung, Innovation und technischer Fortschritt als Gegenstand ökonomischer Analyse, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. 124, 1968.
- Gäfigen, G. : Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 2. erw. Aufl., Tübingen, 1968.

- Galbraith, J. K. : American Capitalism. The Concept of Countervailing Power, Boston, 1956.
- Galbraith, J. K. : The Affluent Society, Boston, 1958.
- Gather, G. : Reform der Patentgesetzgebung, ORDO, 1949.
- Gehlen, A. : Der Mensch. Seine Natur und seine Stellung in der Welt. 7. Aufl., Frankfurt/M., 1962.
- Gehlen, A. : Urmensch und Spätkultur, Frankfurt/M., 1964.
- Geschka, H. : Forschung und Entwicklung als Gegenstand betriebswirtschaftlicher Entscheidungen, Meisenheim/Glan, 1970.
- Görgens, E. : Wettbewerb und Wirtschaftswachstum, Freiburg, 1969.
- Gort, M. : Diversification and Integration in American Industry, Princeton, 1962.
- Grabowski, H. G. : The Determinants of Industrial Research and Development: A Study of the Chemical, Drug, and Petroleum Industries, JPE, Vol. LXXVI, 1968.
- Grave, E. : Inventions and Production, Review of Economics and Statistics, Vol. XXXV, 1953.
- Griliches, Z. : Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, Econometrica, Vol. XXV, 1957.
- Hall, M. M. : Investment in Research and Development: A Statistical Study, Ph.D., University of Wisconsin, 1961 (Mikrofilm-Ausgabe, Michigan, 1971).
- Hamberg, D. : Invention in the Industrial Research Laboratory, JPE, Vol. VXXI, 1963.
- Hamberg, D. : Size of Firm, Oligopoly, and Research: The Evidence, Canadian Journal of Economics and Political Science, Vol. XXX, 1964.
- Hart, A. : A Chart for Evaluating Product Research and Development Projects, ORQ, Vol. XVII, 1966.
- Heflebower, R. B. : Full Costs, Cost Changes, and Prices. In: Business Concentration and Price Policy, NBER (ed.), Princeton, 1955.
- Herstein, J. N. and Milnor, J. : An Axiomatic Approach to Measurable Utility, Econometrica, Vol. XXI, 1953.
- Heuss, E. : Allgemeine Markttheorie, Tübingen, 1965.
- Hielscher, U. : Das optimale Aktienportefeuille, Frankfurt/M., 1969.

- Hillier, F. S. : Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments, MS, Vol. IX, 1963.
- Hines, H. H. : Effectiveness of "Entry" by Already Established Firms, QJE, Vol. LXXI, 1957.
- Hirsch, H. : Patentrecht und Wettbewerbsordnung, WuW, 1970.
- Hirshleifer, J. : Investment Decision under Uncertainty-Choice-Theoretic Approaches, QJE, Vol. LXXIX, 1965.
- Hirshleifer, J. : Investment Decision under Uncertainty Applications of the State-Preference-Approach, QJE, Vol. LXXX, 1966.
- Hirshleifer, J. : The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity, AER, Vol. LXI, 1971.
- Hochstädter, D. und Uebe, G. : Ökonometrische Methoden, Berlin, 1970.
- Hoffmann, W. G. : Das Wachstum der deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts, Berlin, 1965.
- Hoppmann, E. : Das Konzept der optimalen Wettbewerbsintensität, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 179, 1966.
- IFO-Institut für Wirtschaftsforschung: Technischer Fortschritt in den USA. Auswertung der amerikanischen Untersuchung "Technology and the American Economy." Berlin, 1971.
- Imhof, E. P. : Makler technischen Wissens, Deutsche Zeitung/Christ und Welt, Nr. 42, 1970.
- Jewkes, J., Sawers, D. and Stillerman, R. : The Sources of Invention, 2. Aufl., London, 1969.
- Jonas, F. : Die Institutionenlehre Arnold Gehlens, Tübingen, 1966.
- Joyce, J. M. and Vogel, R. C. : The Uncertainty in Risk: Is Variance Unambiguous? JF, Vol. XXV, 1970.
- Jüttner-Kramny, L. : Die Bedeutung der Unternehmensgröße für den technischen Fortschritt, Köln, 1970.
- Kaldor, N. : A Model of Economic Growth, Economic Journal, Vol. LXVII, 1957.
- Kaldor, N. and Mirrlees, J. A. : A New Model of Economic Growth, Review of Economics and Statistics, Vol. XXIX, 1962.
- Kantzenbach, E. : Die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbs, 2. Aufl., Göttingen, 1967.
- Kaplan, A. D. H. : Big Enterprise in a Competitive System, Washington, D. C., 1954.

- Kaufer, E.: Kantzenbachs Konzept des funktionsfähigen Wettbewerbs, Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 179, 1966.
- Kaufer, E.: Die Ökonomie von Forschung und Entwicklung. In: Wettbewerb als Aufgabe - Nach zehn Jahren Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen, E. J. Mestmäcker (Hrsg.), Bad Homburg, 1968.
- Kaufer, E.: Marktform und Wirtschaftswachstum, Discussion Paper, 1970.
- Keezer, D. M.: The Outlook for Expenditures on Research and Development During the Next Decade, AER, P&P, Vol. L, 1960.
- Kiefer, K.: Die Diffusion von Neuerungen, Tübingen, 1967.
- Kidd, C. V.: Basic Research - Description versus Definition, Science, Vol. CXXIX, 1959.
- Kieser, A.: Unternehmungswachstum und Produktinnovation, Berlin, 1970.
- Klages, H.: Rationalität und Spontaneität. Innovationswege der modernen Großforschung, Gütersloh, 1967.
- Knight, F. H.: Risk, Uncertainty and Profit (Reprints of Economic Classics) New York, 1964.
- Krelle, W.: Preistheorie, Tübingen, Zürich, 1961.
- Künzi, H. P. und Krelle, W.: Nichtlineare Programmierung, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1962.
- Kuznets, S.: Secular Movements in Production and Prices, Boston, 1930.
- Kuznets, S.: Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement. In: Rate and Direction of Inventive Activity, NBER (ed.), Princeton, 1962.
- Lange, O.: Price Flexibility and Employment, Bloomington, 1944.
- Lenel, H. O.: Ursachen der Konzentration, 2. Aufl., Tübingen, 1968.
- Leontief, B. W.: Das wirtschaftliche Problem der organisierten Forschung, Hamburger Jahrbuch, 1961.
- Lieberknecht, O.: Patente, Lizenzverträge und Verbot von Wettbewerbsbeschränkungen, Frankfurt/M., 1953.
- Linton, R.: The Study of Man, New York, London, 1936.

- Lodge, R. M. : Economic Factors in Planning of Research, 1954.
- Lorenz, K. : Psychologie und Stammesgeschichte. In: Vom Weltbild des Verhaltensforschers, K. Lorenz (Hrsg.), München, 1968.
- Luce, R. D. and Raiffa, H. : Games and Decisions, London, 1957.
- Machlup, F. : Marginal Analysis and Empirical Research, AER, Vol. XXXVI, 1946.
- Machlup, F. : Die wirtschaftlichen Grundlagen des Patentrechts, Weinheim/Bergstraße, 1962.
- Machlup, F. : The Production and Distribution of Knowledge in the United States, Princeton, 1962.
- Machlup, F. : The Supply of Inventors and Inventions. In: The Rate and Direction of Inventive Activity, NBER (ed.), Princeton, 1962.
- Maclaurin, W. R. : The Sequence from Invention to Innovation and its Relation to Economic Growth, QJE, Vol. LXVII, 1953.
- Magnusson, G. : Production under Risk. A Theoretical Study. Uppsala, 1969.
- Malinvaud, E. : Leçons de théorie microéconomique, Paris, 1969.
- Mansfield, E. : Rates of Return from Industrial Research and Development, AER, P&P, Vol. LV, 1965.
- Mansfield, E. : Industrial Research and Technological Innovation. An Econometric Analysis. London, 1969.
- Mansfield, E. and Brandenburg, R. : The Allocation, Characteristics, and Outcome of the Firm's Research and Development Portfolio: A Case Study, JB, Vol. XXXIX, 1966.
- Markham, J. W. : Economic Analysis and the Research and Development Decision. In: Economics of Research and Development, A. Tybout (ed.), Columbus/Ohio, 1965.
- Markowitz, H. : Portfolio-Selection, JF, Vol. VII, 1952.
- Markowitz, H. : The Optimization of a Quadratic Function Subject to Linear Constraints, Naval Research Logistics Quarterly, 1956.
- Markowitz, H. : Portfolio-Selection - Efficient Diversification of Investments, 2. nd ed. , New York, London, 1970.

- Marschak, J. : Money and the Theory of Assets, *Econometrica*, Vol. VI, 1938.
- Marshall, A. W. and Meckling, W. H. : Predictability of the Costs, Time, and Success of Development. In: Rate and Direction of Inventive Activity, NBER (ed.), Princeton, 1962.
- McKie, J. : Comment to Schmookler and Brownlee, *AER*, P&P, 1962.
- McNulty, P. J. : Economic Theory and the Meaning of Competition, *QJE*, Vol. LXXXI, 1968.
- Meadows, D. L. : Characteristics and Implications of Forecasting Errors in the Selection of R&D Projects, presented at the 2 nd Annual Technology and Management Conference, Washington, D. C. , 1968.
- Meier, R. L. : A Communications Theory of Urban Growth, Published for the Joint Center for Urban Studies of the Massachusetts Institute of Technology and Harvard University, 2 nd ed. , 1965.
- Minasian, J. R. : Research and Development, Production Functions, and Rates of Return, *AER*, P&P, Vol. LIX, 1969.
- Mitchell, W. C. : Business Cycles and their Causes, Los Angeles, 1941.
- Modigliani, F. : New Developments on the Oligopoly Front, *JPE*, Vol. LXVI, 1958.
- Mottley, C. M. and Newton, R. D. : The Selection of Projects for Industrial Research, *OR*, Vol. VII, 1959.
- Mueller, D. C. : Patents, Research and Development, and the Measurement of Inventive Activity, *JIE*, Vol. XV, 1966.
- Mueller, D. C. : The Firm Decision Process: An Econometric Investigation, *QJE*, Vol. LXXXI, 1967.
- Müller, H. : Portfolio Selection als Entscheidungsmodell deutscher Investmentgesellschaften, Wiesbaden, 1970.
- Nelson, R. R. : The Simple Economics of Basic Scientific Research, *JPE*, Vol. LXVII, 1959.
- Neumann, M. : Vertikale Integrationsprozesse in der Industrie, *Schmollers Jahrbuch*, 86. Jg. , 1966.
- Neumann, M. : Kapitalbildung, Wettbewerb und ökonomisches Wachstum, Berlin, 1968.

- Neumann, M. : Die Erfindungsindustrie - eine Alternative zum Schumpeterschen Innovationsmodell, Jahrbuch für Sozialwissenschaften, Heft 3, 1969.
- Neumann, M. : Wachstumsorientierte Wettbewerbspolitik, Schriften des Vereins für Socialpolitik, NF, Bd. 55, 1970.
- Neumann, J. von and Morgenstern, O. : Theory of Games and Economic Behavior, 2 nd rev. ed. , Princeton (N. J.), 1947.
- Niehans, J. : Monopolpreis, vertikale Integration und Mengenrabatt, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 95. Jg. , 1959.
- Nordhaus, W.D. : Invention, Growth, and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change, Cambridge, Mass. , London, 1969.
- Nutter, W. : Monopoly, Bigness, and Progress, JPE, Vol. LXIV, 1956.
- OECD: Allgemeine Richtlinien für statistische Übersichten in Forschung und Entwicklung, Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (Hrsg.), Essen, 1966.
- Oxenfeldt, A. R. : The Underlying Rationality of Business Pricing Decisions. In: Prices: Issues in Theory, Practice, and Public Policy, A. Phillips and O. E. Williamson (eds.), Philadelphia, 1967.
- Peters, L. : Simultane Produktions-Investitionsplanung mit Hilfe der Portfolio Selection, Berlin, 1971.
- Pfeiffer, W. : Allgemeine Theorie der technischen Entwicklung als Grundlage einer Planung und Prognose des technischen Fortschritts, Göttingen, 1971.
- Phelps, E. : Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research, Review of Economic Studies, Vol. XXXIII, 1966.
- Phillips, A. : A Theory of Interfirm Organization, QJE, Vol. LXXIV, 1960.
- Phlips, L. : Effects of Industrial Concentration. A Cross-Section Analysis for the Common Market, Amsterdam, London, 1971.
- Pöhl, J. O. : Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Fortschritts in den USA, Göttingen, 1967.

- Polanyi, M. : Patent Reform, Review of Economic Studies, Vol. XI, 1943/44.
- Prahl, K. : Patentschutz und Wettbewerb, Göttingen, 1969.
- Pratt, J. W. : Risk Aversion in the Small and in the Large, Econometrica, Vol. XXXII, 1964.
- Prosi, G. : Technischer Fortschritt als mikroökonomisches Problem, Bern, 1966.
- Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft e. V. : Wirtschaftliche und Soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland, 1. Band, Frankfurt/M., 1970.
- Reuter, J. F. : Forschungspolitik und Forschungsplanung, Berlin, 1970.
- Reza, F. M. : An Introduction to Information Theory, New York, 1961.
- Robinson, J. : The Accumulation of Capital, London, 1958.
- Röthlingshöfer, K. C. : Die Vergabe von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin, München, 1972.
- Rogers, E. M. : Unpublished data from a statewide random sample of 104 farmers and 88 farm housewives in Ohio, Columbus, 1957.
- Rogers, E. M. : Unpublished data from a statewide random sample of 104 farmers in Ohio originally interviewed in 1957, Columbus, 1959.
- Rogers, E. M. : Diffusion of Innovations, New York, London, 1962.
- Ryan, B. and Gross, N. C. : The Diffusion of Hybrid Seed Corn in Two Iowa Communities, Rural Sociology, Vol. VIII, 1943.
- Samuelson, P. A. : Probability, Utility, and the Independence Axiom, Econometrica, Vol. XX, 1952.
- Sanders, B. S. : Some Difficulties in Measuring Inventive Activity. In: The Rate and Direction of Inventive Activity, NBER (ed.), Princeton, 1962.
- Schätzle, G. : Forschung und Entwicklung als unternehmerische Aufgabe, Köln, 1965.
- Schatz, O. : Zur Optimierung von Forschung und Entwicklung durch die Beurteilung der Entwicklungsvorhaben, Diss., Braunschweig, 1967.

- Scherer, F.M. : Corporate Inventive Output, Profits and Growth, JPE, Vol. LXXIII, 1965.
- Scherer, F.M. : Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions, AER, Vol. LV, 1965.
- Schiff, E. : Industrialization without National Patents, Princeton, 1971.
- Schmookler, J. : Technological Change and the Law of Industrial Growth. In: Patents and Progress, W. Alderson (ed.), Homewood, Ill., 1965.
- Schmookler, J. : Invention and Economic Growth, Cambridge, Mass., 1966.
- Schmookler, J. : Patents, Invention, and Economic Change, Z. Griliches and L. Hurwicz (eds), Cambridge, Mass., 1972.
- Schmookler, J. and Brownlee, O. : Determinants of Inventive Activity, AER, P&P, Vol. LXX, 1962.
- Schneeweiss, H. : Nutzenaxiomatik und Theorie des Messens, Statistische Hefte 4, 1963.
- Schneeweiss, H. : Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin, Heidelberg, New York, 1967.
- Schneider, E. : Einführung in die Wirtschaftstheorie, 12. Aufl., Tübingen, 1969.
- Schönfeld, P. : Methoden der Ökonometrie, Bd. I, Lineare Regressionsmodelle, Berlin, Frankfurt/M., 1969.
- Schumpeter, J.A. : Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalistic Process, Vol. I, New York, London, 1939.
- Schumpeter, J.A. : Capitalism, Socialism, and Democracy, New York, 1942.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. : The Mathematical Theory of Communication, 11. Aufl., Urbana, 1967.
- Shapley, L.S. and Shubik, M. : Concepts and Theories of Pure Competition. In: Essays in Mathematical Economics. In Honor of O. Morgenstern, M. Shubik (ed.), Princeton, 1967.
- Shell, K. : A Model of Inventive Activity and the Theory of Optimum Growth. In: Essays on the Theory of Optimal Economic Growth, K. Shell (ed.), M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1967.

- Shen, T. Y. : Competition, Technology and Market Shares, Review of Economics and Statistics, Vol. XLX, 1968.
- Siebert, H. : Zur interregionalen Verteilung neuen technischen Wissens, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, Bd. CXXIII, 1967.
- Siegel, I. H. : The Role of Scientific Research in Stimulating Economic Progress, AER, P&P, Vol. L, 1960.
- Slichter, S. H. : Technological Research as Related to the Growth and Stability of the Economy. In: Proceedings of a Conference on Research and Development and its Impact on the Economy, National Science Foundation, US Government Printing Office, Washington, D. C. , 1958.
- Solo, C. S. : Innovation in the Capitalist Process: A Critique of the Schumpeterian Theory, QJE, Vol. LXV, 1951.
- Solow, R. M. : Technical Change and the Aggregate Production Function, Review of Economics and Statistics, Vol. XXXIX, 1957.
- Sombart, W. : Die deutsche Volkswirtschaft im Neunzehnten Jahrhundert, Berlin, 1903.
- Sylos-Labini, P. : Oligopoly and Technical Progress, Cambridge, Mass. , 1962.
- Telser, L. G. : Competition, Collusion, and Game Theory, London, New York, 1972.
- Terleckyi, N. E. : Research and Development: Its Growth and Composition, New York, 1963.
- Tew, B. : The I. C. F. C. Revisited, Economica, Vol. XXII, 1955.
- Thierauf, R. J. and Grosse, R. A. : Decision Making Through Operations Research, New York, 1970.
- Thrasher, F. M. : The Gang, Chicago, 1927.
- Tintner, G. : The Theory of Choice under Subjective Risk and Uncertainty, Econometrica, Vol. IX, 1941.
- Tobin, J. : Liquidity Preference as Behavior Towards Risk, Review of Economic Studies, Vol. XXV, 1958.
- Tobin, J. : The Theory of Portfolio-Selection. In: The Theory of Interest Rates, F. H. Hahn and F. P. R. Brechling (eds.), London, 1965.

- Uzawa, H. : Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, IER, Vol. VI, 1965.
- Weizäcker, C. C. von: Forschungsinvestitionen und makroökonomische Modelle - Ein wirtschaftstheoretisches Dilemma? *Kyklos*, Vol. XXII, 1969.
- Whitehead, A. N. : Science and the Modern World, London, 1925.
- Wilkening, E. A. : Adoption of Improved Farm Practices as Related to Family Factors, University of Wisconsin, Research Bulletin, 183, 1953.
- Williamson, O. E. : The Economics of Discretionary Behavior: Managerial Objectives in a Theory of the Firm, Chicago, 1967.
- Williamson, O. E. : A Dynamic Stochastic Theory of Managerial Behavior. In: Prices: Issues in Theory, Practice, and Public Policy, A. Phillips and O. E. Williamson (eds.), Philadelphia, 1968.
- Wolfowitz, J. : Bayesian Inference and Axioms of Consistent Decision, *Econometrica*, Vol. XXX, 1962.
- Worley, J. S. : Industrial Research and the New Competition, *JPE*, Vol. LXIX, 1961.

ABKÜRZUNGEN

AER	The American Economic Review
HBR	Harvard Business Review
IER	International Economic Review
JB	The Journal of Business
JF	The Journal of Finance
JIE	The Journal of Industrial Economics
JPE	The Journal of Political Economy
MS	Management Science
NBER	National Bureau of Economic Research
NF	Neue Folge
P&P	Papers and Proceedings
OR	Operations Research
ORQ	Operational Research Quarterly
QJE	The Quarterly Journal of Economics
WuW	Wirtschaft und Wettbewerb

LEBENS LAUF

Ich wurde am 4. Februar 1945 als Sohn der Eheleute Wilhelm und Hedwig Brandner, geb. Beigel, in Karlsbad geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Erlangen trat ich 1955 in die Oberrealschule in Erlangen über, die ich bis 1963 besuchte. Die Reifeprüfung legte ich im Jahre 1964 an der Oberrealschule in Rosenheim/Obb. ab.

Im November 1964 immatrikulierte ich mich an der Universität Erlangen-Nürnberg für das Studium der Volkswirtschaftslehre, das ich 1969 mit der Diplomprüfung für Volkswirte abschloß.

Seit November 1969 bin ich als Verwalter einer planmäßigen Assistentenstelle am Volkswirtschaftlichen Seminar der Universität Erlangen-Nürnberg in Nürnberg tätig.

Erlangen, im Mai 1973

Wilhelm Brandner

